

REPUBLIQUE ALGERIENNE DEMOCRATIQUE ET POPULAIRE
Ministère de l'Enseignement Supérieur et de la Recherche Scientifique
ECOLE NATIONALE POLYTECHNIQUE
Département : Génie Industriel



Mémoire de magister

Présenté par :
BOUKABOUS Ali
Ingénieur d'Etat en Génie Industriel

Modélisation en Entreprise

**Etude de cas : Elaboration d'un plan de mise à
niveau de Sidet (filiale de l'Entreprise Nationale des
Détergents E.N.A.D)**

Sous la direction de :
Dr ABOUN Nacéra
Chargée de Cours, ENP

Année universitaire 2005-2006

Ecole Nationale Polytechnique
10, Avenue Hassen Badie, El Harrach, Alger.
www.enp.edu.dz

DEDICACES

À mes très chers parents,

À mes frères et sœurs,

À toute ma famille,

À tous mes amis,

À tous ceux pour qui je compte

et comptent pour moi,

À ma très chère femme Leïla,

Je dédie ce travail.

REMERCIEMENTS

Le travail présenté dans ce mémoire a été dirigé par Mlle ABOUN, Directrice du Département Génie Industriel. Je lui adresse toute ma gratitude pour la confiance qu'elle m'a toujours accordée, pour son soutien permanent, sa disponibilité, son engagement et sa patience. Elle m'a encouragé et aidé, sans défaillances, pendant toutes les années de travail.

Je remercie Mr CHADLI, Directeur Général de l'E.N.A.D (Entreprise Nationale de Détergents) et tous les chefs de département et en particulier Mr MENII pour leurs aide, soutien continu, et disponibilité.

Je remercie les professeurs du département de Génie Industriel : Mme BELMOKHTAR, Mme BENCHERIF et Mr BEKALEM pour les conseils et critiques constructifs qu'il m'ont prodigués.

Mes remerciements envers tous ceux qui m'ont accordé leur soutien, tant par leur gentillesse que par leur dévouement et à toutes les personnes qui, de près ou de loin, m'ont aidé et encouragé.

ملخص :

إن المحيط الاقتصادي الذي تعيش فيه المؤسسات يتميز بتقلبات شديدة يصعب عليها التحكم فيها، حيث تعتبر من العناصر المؤثرة في ضمان حسن سيرها. من أجل التحكم في هذه التقلبات، تعتبر نمذجة المؤسسة من الاهتمامات الأساسية لمتخذي القرار.

الدراسة الحالية تعني تقديم التقنيات الأكثر شيوعاً في مجال نمذجة المؤسسة. لقد قمنا بتقديم كل الخطوات المتعلقة بالنمذجة، وكذا كل العناصر المرتبطة بتسيير المؤسسة. بعد هذه المرحلة قمنا باقتراح نموذج للمؤسسة محل الدراسة هي Sidet (فرع الشركة الوطنية للمنظفات) يهدف إعادة تأهيلها من جديد لمواجهة إفرزات المحيط الخارجي وخاصة المنافسة.

مفاتيح: نمذجة المؤسسة، القيادة، وحدة النشاطات الإستراتيجية، التشخيص الاستراتيجي

Résumé :

La situation économique actuelle incite les entreprises à accélérer leurs processus internes de réponse aux perturbations pour se maintenir compétitives. Afin de maîtriser ces perturbations, la modélisation en entreprise est devenue une préoccupation primordiale.

La présente étude a pour objet de présenter les techniques couramment utilisées de modélisation en entreprise. Nous avons réalisé une synthèse de l'état de l'art des techniques de modélisation des différents aspects de l'entreprise. Ceci nous a permis, par la suite, de proposer un modèle de Sidet (filiale de l'Entreprise Nationale des Détergents E.N.A.D) dans le but de mise à niveau du complexe.

Mots clés : Modélisation en entreprises, pilotage, domaine d'activité stratégique, diagnostic stratégique.

Abstract :

One of the major challenges for enterprises is to stay competitively in today's changing market environment. This can be supported by enterprise process models, which are on one hand consistent and adequate, and on the other hand can be enacted and operated in an easy, fast, straightforward integrated way.

We are dealing with the case of "Sidet" (subsidiary company of ENAD). The main objective of our case study is providing key solutions of competitively for Sidet.

Keywords: Modelling enterprise, leading, strategic business unit, strategic diagnosis.

TABLE DES MATIERES

<u>Introduction Générale</u>	1
<u>Chapitre I : Principes de modélisation en entreprise et pilotage des systèmes économiques</u>	3
I-1. Introduction	3
I-2. Principes de modélisation	3
I-2-1. Définition et but de la modélisation	3
I-2-2. Démarches et modélisation	6
I-2-3. Terminologie en modélisation	7
I-2-4. Notion d'activité d'entreprise	7
I-3. Organisations d'entreprise	8
I-3-1. Organisations classiques	8
I-3-2. Nouvelles structures d'organisation (Entreprise étendue et entreprise virtuelle)	8
I-4. Les systèmes économiques	11
I-4-1. Définition des systèmes économiques	11
I-4-2. Environnement du système économique	12
I-4-3. Conduite des systèmes de production	13
I-5. Conclusion	18
<u>Chapitre II : Les techniques de modélisation en entreprise :</u>	19
II-1. Introduction	19
II-2. Méthode, méthodologie et architecture de modélisation	19
II-3. Panorama des techniques de modélisation	20
II-3-1. Méthodologie GRAI	20
II-3-2. Méthodologie CIMOSA	26
II-3-3. Méthode SADT, IDEFx	29
II-3-4. Méthode AICOSCOP	33
II-3-5. Méthode ABC/ABM	34
II-3-6. Architecture de référence PERA	36
II-3-7. Architecture de référence GERAM	37
II-4. Conclusion	39
<u>Chapitre III : Etude comparative des méthodes de modélisation :</u>	40
III-1. Introduction	40
III-2. Critères de comparaison	41
III-3. Synthèse de l'étude comparative des méthodes étudiées	43
III-4. Interprétation des résultats	44
III-5. Conclusion	48
<u>Chapitre IV : Modélisation des aspects fonctionnels :</u>	51
IV-1. Introduction	51
IV-2. Modélisation de l'activité : SADT/IDEF0	51
IV-3. Modélisation des processus opérationnels	58
IV-4. Description formelle des activités et processus avec CIMOSA	62
IV-5. Analyse et restructuration des processus	67
IV-6. Conclusion	72

<u>Chapitre V : Modélisation des aspects informationnels :</u>	73
V-1. Introduction	73
V-2. Systèmes d'informations	73
V-3. Analyse par IDEF1x	78
V-4. Langage EXPRESS	84
V-5. Conclusion	92
<u>Chapitre VI : Modélisations relatives aux ressources</u> <u>(techniques et humaines) :</u>	93
VI-1. Introduction	93
VI-2. Opérations fonctionnelles et aptitudes	93
VI-3. Définition et type de ressources	94
VI-4. Modèle de ressources	94
VI-5. Modélisation hiérarchique	98
VI-6. Aptitudes et compétences	99
VI-7. Modèle des ressources	101
VI-8. Méthodologie pour la modélisation des ressources	102
VI-9. Conclusion	103
<u>Chapitre VII : Modélisation des aspects organisationnels :</u>	104
VII-1. Introduction	104
VII-2. Organisation des entreprises	104
VII-3. Modélisation des entreprises	107
VII-4. Gestion des compétences	109
VII-5. Analyse organisationnelle	110
VII-6. Conclusion	111
<u>Chapitre VIII : Etude de cas : du diagnostic stratégique à la</u> <u>modélisation des aspects de Sidet (filiale de l'ENAD</u> <u>Entreprise Nationale des Détergents) :</u>	112
VIII-1. Introduction	112
VIII-2. Rappel théorique de la démarche du diagnostic stratégique	112
VIII-2-1 Diagnostic stratégique.....	112
VIII-2-2. Les démarches du diagnostic stratégique	114
VIII-3. Elaboration du diagnostic stratégique de Sidet.....	119
VIII-3-1. Présentation générale de Sidet.....	119
VIII-3-2. Diagnostic de l'environnement externe.....	122
VIII-3-3. Diagnostic interne (fonctionnel).....	133
VIII-3-4. Construction du portefeuille des domaines d'activités stratégiques (D.A.S) de Sidet	150
VIII-4. Modélisation des différents aspects.....	151
VIII-4-1. Introduction	151
VIII-4-2. Elaboration du modèle global	152
VIII-4-3. Elaboration des différents aspects par CIMOSA	157
VIII-5. Analyse des résultats et indicateurs principaux d'amélioration	161
VIII-6. Conclusion	166
<u>Conclusion Générale</u>	167

Liste des Schémas

N°Schéma	Titre	N° Page
1	Principes de modélisation en entreprise.....	4
2	Etapas de modélisation en entreprise.....	5
3	Notions d'activités.....	8
4	Evolution des différentes structures de l'entreprise.....	9
5	Les systèmes physiques d'information et de décision en gestion de production.....	11
6	Le système de motivation.....	12
7	L'environnement du système de production.....	12
8	La classification des décisions selon Simon.....	14
9	Le système de conduite des événements.....	17
10	Sous systèmes de la méthode GRAI.....	21
11	Différents acteurs de la démarche GRAI.....	22
12	Niveaux d'abstraction de la méthode GRAI.....	24
13	La Grille GRAI.....	25
14	Réseaux GRAI, activité de décision et activité d'exécution.....	25
15	Le cadre de modélisation de CIMOSA.....	27
16	Actigrammes et datagrammes.....	26
17	Exemple de décomposition d'une unité de comportement.....	32
18	Diagramme de changement d'état.....	32
19	Les critères de comparaison des méthodes d'analyse.....	41
20	Activité SADT.....	52
21	Principe d'interconnectivité des activités de SADT/IDEF0.....	53
22	Type de connectivité en SADT/IDEF0.....	53
23	Règles d'utilisation des connectivités en SADT/IDEF0.....	54
24	Règles d'utilisation des connectivités en SADT/IDEF0.....	55
25	Indication des entrées/sorties.....	56
26	Connections des entrées/sorties.....	57
27	Eléments du langage IDEF3.....	58
28	Référence et construction de boucle.....	61
29	Elimination d'une activité redondante ou superflue.....	69
30	Combinaison des deux activités.....	69
31	Partitionnement d'une activité.....	70
32	Elimination d'un cycle.....	70
33	Mécanismes de spécialisation et d'agrégation.....	77
34	Notation IDEF1x.....	79
35	Exemple de relations en IDEF1x.....	80
36	Relations entre modèles de processus et de ressources.....	93
37	Diagramme d'état d'une machine-outil.....	97
38	Description hiérarchique d'une machine-outil.....	98
39	Modèle conceptuel pour les compétences.....	100
40	Différentes formes de structures organisationnelles.....	106
41	Les deux dimensions du diagnostic stratégique.....	113
42	Interdépendance entre le diagnostic interne et externe.....	114
43	Les cinq forces de la concurrence selon M.Porter.....	115
44	Organigramme général du complexe des détergents de Sour El Ghozlane.....	121
45	Schéma du changement de structure visée.....	122
46	Evaluation des potentialités du marché algérien des détergents.....	128
47	Groupes d'acteurs contribuant à la modélisation d'un système d'entreprise.....	152
48	Modèle global de Sidet (Schéma des flux d'information de décision et de matière)...	153
49	Identification des domaines.....	157
50	Décomposition fonctionnelle.....	158
51	Modèle entité-relation-attributs.....	160

Liste des Tableaux

N° Tableau	Titre	N° Page
1	Types d'activités.....	8
2	Différentes notions de modélisation.....	20
3	Les critères sur les modèles.....	43
4	Les critères sur les méthodes.....	44
5	Les différentes phases du cycle de vie de l'entreprise.....	47
6	Boîtes de jonction IDEF3.....	60
7	Techniques de réorganisation des processus opérationnels.....	67
8	Gamme des détergents de SIDET.....	124
9	Grille d'évaluation individuelle des produits.....	125
10	Evaluation des potentialités du marché algérien des détergents.....	127
11	Comparaison des prix de ventes	130
12	Restriction de la gamme des produits.....	130
13	Menaces, opportunités et risques de Sidet.....	132
14	Menaces, opportunités des demandes.....	133
15	Menaces, opportunités des offres.....	133
16	Synthèse du diagnostic de la fonction technique.....	141
17	Evolution des ventes.....	144
18	Gamme de produits.....	145
19	Coûts de revient d'un produit fabriqué.....	146
20	Synthèse du diagnostic de la fonction marketing.....	149
21	Indicateurs principaux d'améliorations retenues.....	165

Introduction Générale

Les entreprises modernes vivent une époque caractérisée par le changement. Désormais, elles doivent fonctionner dans un environnement complexe et en perpétuelle évolution. Ceci est la conséquence de la conjugaison de plusieurs facteurs.

Nous pouvons citer parmi les plus significatifs :

- La mondialisation de l'économie ;
- L'accroissement de la concurrence ;
- L'évolution rapide de la technologie ;
- L'incertitude du marché.

Ce climat d'instabilité a entraîné progressivement la métamorphose des systèmes économiques. La maîtrise du changement devient une des clés du succès pour nombre d'entreprises confrontées à une forte concurrence.

La maîtrise du changement passe par une bonne connaissance de l'entreprise et de son environnement, par la mise en place de mécanisme d'anticipation et par une forte capacité de flexibilité et d'adaptation tant au niveau stratégique qu'aux niveaux tactique et opérationnel.

Pour tenter de prendre en compte le contexte actuel de fonctionnement, de nombreux travaux ont été réalisés dans le but de définir de nouvelles stratégies, capables de s'adapter, de réagir rapidement au changement, mais aussi d'anticiper en permanence sur le futur incertain. Nous pouvons citer : la simulation, les systèmes experts, les techniques de recherche opérationnelle, les techniques de modélisation en entreprise,...

Les techniques de modélisation en entreprise sont présentées comme l'un des outils fondamentaux pour accompagner ce processus.

La modélisation en entreprise est une discipline récente qui consiste à décrire l'organisation et les processus opérationnels d'une entreprise soit pour aider la prise de décision, soit pour améliorer son fonctionnement ce que l'on appelle le « reengineering ».

L'objectif de cette étude est de présenter :

- Les moyens et outils disponibles pour la modélisation en entreprise ;
- Comparaison des différentes méthodes de modélisation suivant différentes situations ;
- L'intégration des concepts de modélisation aux différents aspects de l'entreprise.

Nous avons à cet effet organisé notre travail comme suit :

- Le premier chapitre présente dans un premier temps la modélisation en entreprise, pour en préciser l'intérêt, les champs d'application et les démarches de modélisation ; dans un deuxième temps nous présenterons différents types d'organisation existant à ce jour. Nous détaillerons la notion de conduite et ses différentes vues. Nous terminerons le chapitre par une justification du centrage de notre étude sur les méthodes d'analyse.

- Le deuxième chapitre présente les techniques de modélisation. Nous mettrons en exergue leurs points forts et leurs points faibles après avoir présenté leurs concepts de base.
- La synthèse de l'étude comparative des différentes techniques suivant la conduite de l'entreprise est présentée dans le chapitre trois.
- Les quatre chapitres qui suivent sont consacrés à la modélisation des différents aspects de l'entreprise :
 - Aspects fonctionnels, en chapitre cinq ;
 - Aspects informationnels, en chapitre six ;
 - Aspects relatifs aux ressources (techniques et humaines), en chapitre sept ;
 - Aspects organisationnels, en chapitre huit.

L'application des techniques de modélisation à l'entreprise SIDET (filiale de l'Entreprise Nationale des Détergents E.N.A.D) fait l'objet du dernier chapitre.

Nous avons procédé, dans un premier temps à la formulation de la stratégie globale de l'entreprise, intégrant son positionnement stratégique.

Dans un deuxième temps nous avons développé un modèle global de l'entreprise.

Ces deux étapes nous ont permis d'identifier les actions prioritaires à mettre en œuvre pour la mise à niveau de Sidet.

Enfin et pour conclure notre travail, nous proposons des indicateurs principaux d'améliorations retenues adapté aux besoins et aux spécificités de Sidet.

Chapitre I : Principes de la modélisation et pilotage des systèmes économiques

I-1. Introduction

L'objectif de ce chapitre est de présenter les principes de modélisation en entreprise et de définir les notions que nous utiliserons au long de cette étude. Dans un premier temps, nous présenterons l'intérêt, les champs d'application et les démarches de modélisation.

Dans un deuxième temps, nous nous intéresserons aux différents types d'organisations ; ainsi nous présenterons les nouvelles formes d'entreprises qui se sont développées ces dernières années.

Nous définirons ensuite la notion de conduite des systèmes économiques et ses différents aspects.

Nous terminerons par la justification du centrage de notre travail sur les méthodes d'analyse des systèmes de productions en vue d'en améliorer la conduite.

I-2. Principes de modélisation

I-2-1. Définition et but de modélisation

La modélisation en entreprise a pour objet la construction de modèles et outils d'aide à l'amélioration des performances et à la gestion des systèmes économiques.

La modélisation en entreprise s'applique aussi bien aux entreprises de production de biens manufacturés (production continue ou discrète) qu'à celles fournissant des services ; les processus modélisés peuvent correspondre à des procédures administratives, techniques ou de supports.

Les principales motivations qui justifient une étude de modélisation en entreprise sont les suivantes :

- Comprendre et analyser la structure et le fonctionnement de l'entreprise ;
- Prévoir (de manière fiable) le comportement et les performances des processus opérationnels avant leur implantation ;
- Choisir la (ou les) meilleure (s) alternative(s) d'implantation ;
- Identifier les risques d'implantation à gérer ;
- Justifier l'implantation sur des critères liés aux ressources et aux coûts.
- Bâtir une vision commune du fonctionnement au plus grand ensemble possible du personnel.

En conclusion les deux schémas illustrent les principes de modélisation en entreprise [El Mhamedi A., 2001]

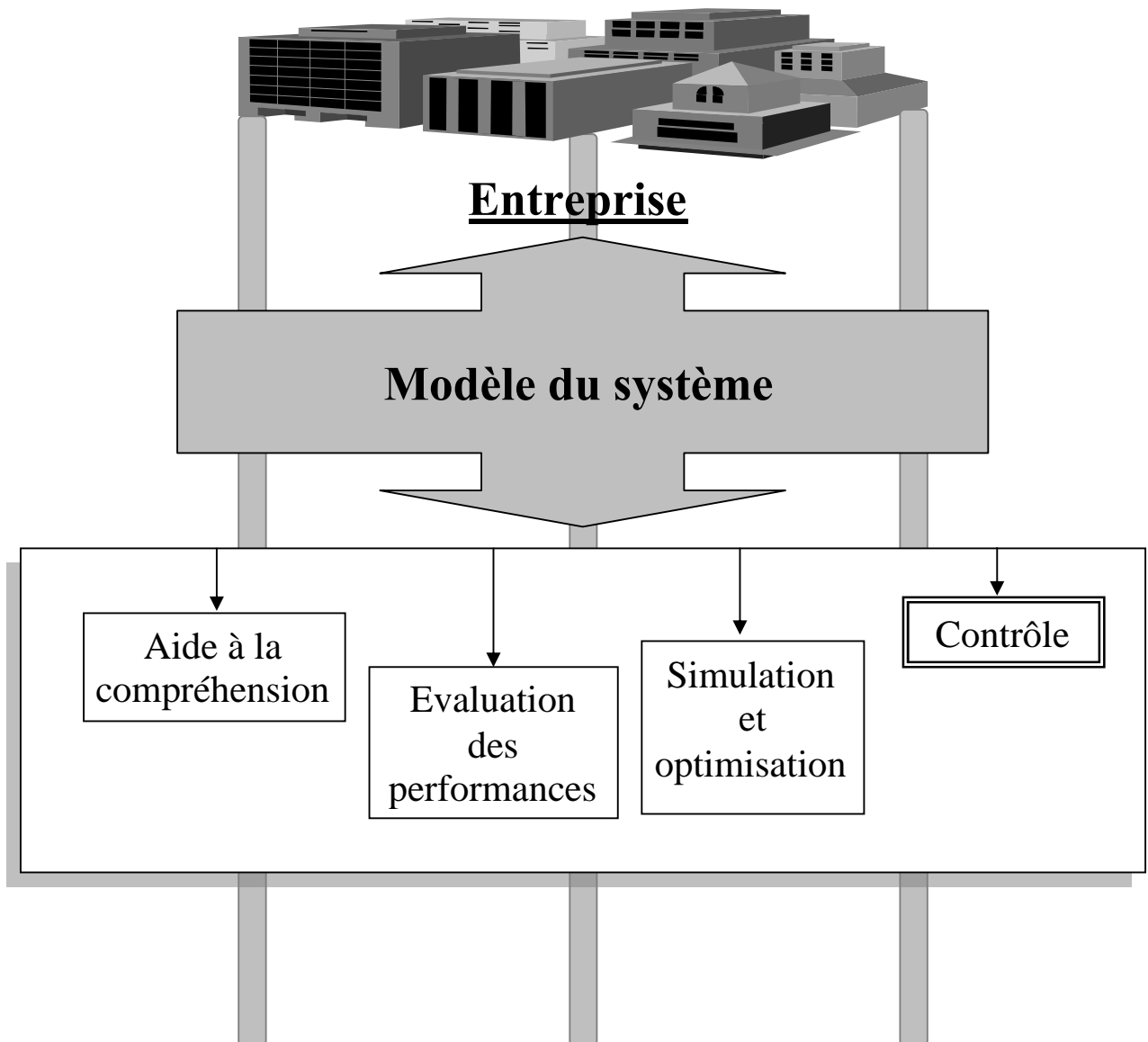


Schéma 1 : Principes de modélisation en entreprise

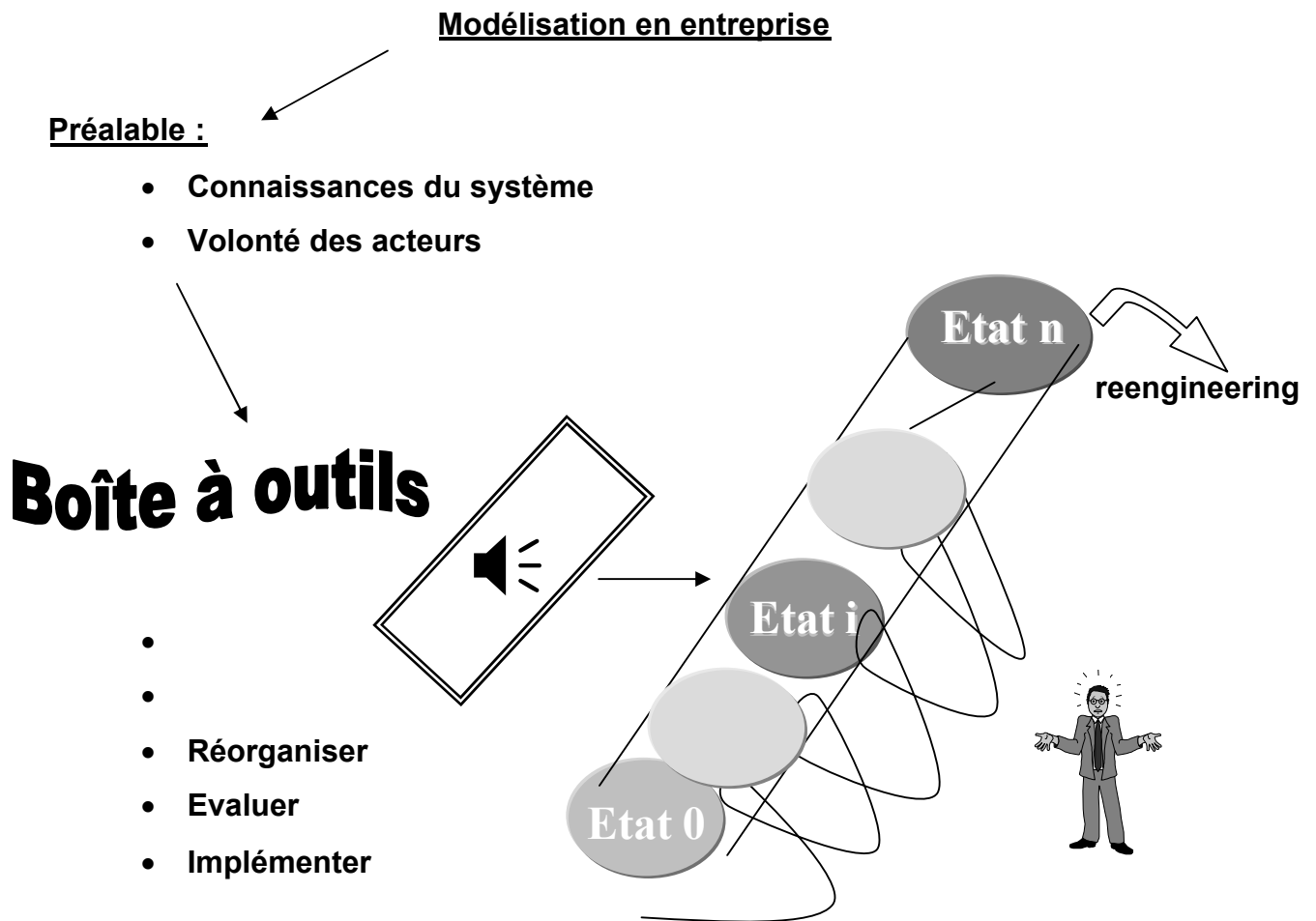




Schéma 2 : Etapes de modélisation en entreprise

I-2-2. Démarches de modélisation : Il existe deux démarches en modélisation : la démarche ascendante et la démarche descendante, le tableau suivant illustre les étapes des deux démarches :

Démarche ascendante	Démarche descendante
<p style="text-align: center;">Analyse interne au système</p> <p style="text-align: center;">↓</p> <p style="text-align: center;">Formulation du problème</p> <p style="text-align: center;">Recherche de solutions</p> <p style="text-align: center;">↓</p> <p style="text-align: center;">Observations – Pratiques</p> <p style="text-align: center;">Résultats par cas</p> <div style="text-align: center;">  </div>	<p style="text-align: center;">Analyse extérieure au système</p> <p style="text-align: center;">↓</p> <p style="text-align: center;">Solutions aux problèmes</p> <p style="text-align: center;">↓</p> <p style="text-align: center;">Boîte à outils</p> <p style="text-align: center;">Appliquer au mieux</p> <div style="text-align: center;">  </div>
<p>Durée = durée de formulation du problème + durée de recherche de solutions + durée de choix de solution + durée d'application</p>	<p>Durée = durée de recherche de solutions + durée d'application</p>

I-2-3. Terminologie en modélisation [Vernadat F., 1999]

- **Entreprise** : Dans la modélisation en entreprise, le terme « entreprise » est utilisé pour désigner tout ou une partie d'un système socio-économique et s'étend au sens large ; il couvre aussi bien les entreprises du secteur industriel (usines de productions, manufactures, raffineries, usines chimiques, etc...) que celles fournissant des services (banques, compagnies d'assurances, cabinets de services, hôpitaux, etc...).
- **Un modèle** : est par définition une représentation d'une abstraction d'une partie du monde réel, exprimée dans un langage de représentation.
- **Modèle d'entreprise** : est un ensemble de modèles décrivant divers aspects d'une entreprise que l'on souhaite analyser.
- **Processus opérationnel** : un processus opérationnel (en anglais, business process) est une succession de tâches qui contribuent à la réalisation des objectifs de l'entreprise de manière générale. Un processus peut être défini comme un enchaînement, et forme ce qu'il est convenu d'appeler le flux de contrôle du processus, c'est-à-dire sa logique d'exécution.

I-2-4. Notion d'activité d'entreprise

Une activité est l'accomplissement d'une tâche. Il s'agit en général d'une séquence devant être exécutée en totalité par une ou plusieurs ressources et ceci dans un temps donné pour réaliser la tâche spécifiée.

Il existe deux grands groupes d'activités : les activités d'exécution (ou de transformation) et les activités de prise de décision.

L'activité peut être définie comme un ensemble de tâches élémentaires :

- réalisées par un individu ou un groupe ;
- pour satisfaire un client interne ou externe ;
- afin de lui fournir un produit (bien – service) ;
- en exploitant un savoir-faire spécifique ;
- et des ressources (machines, informations, flux financiers ...) ;
- homogènes du point de vue de leur coût et de leur performance.

L'activité est donc le concept commun à plusieurs méthodes ; l'activité représentée par une boîte avec des paramètres d'entrée/sortie.

Les schémas suivants illustrent la notion d'activité :

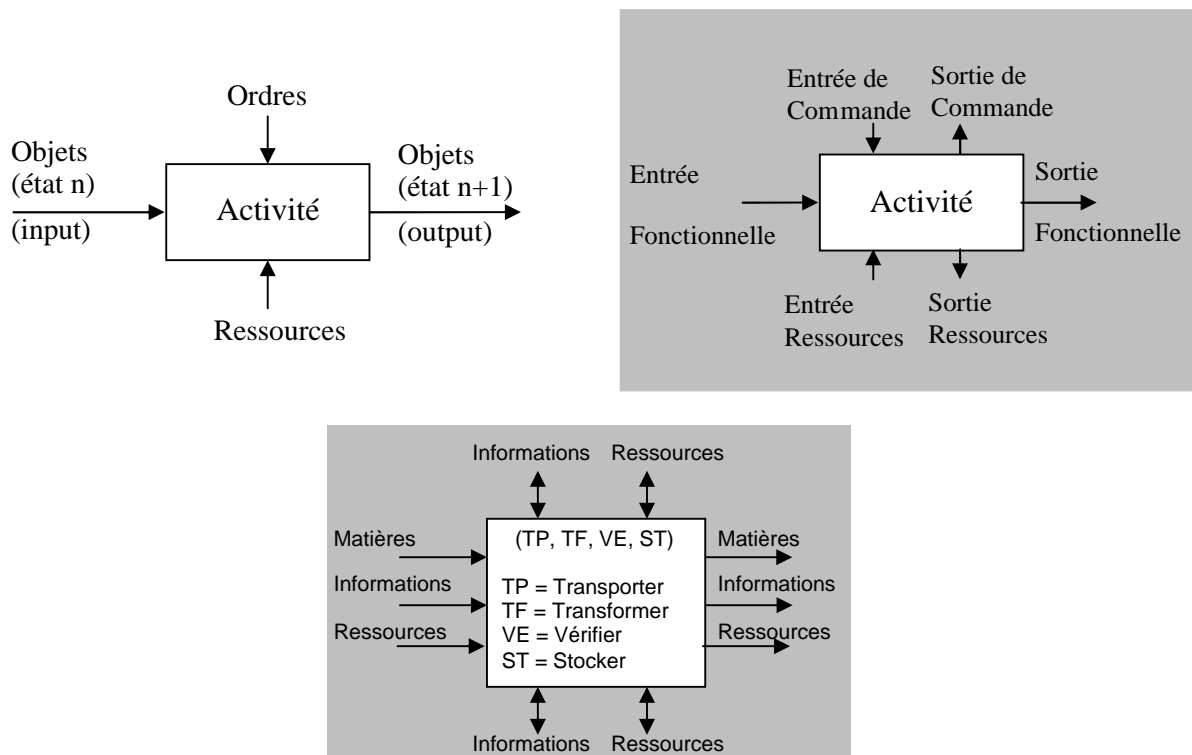


Schéma 3 : Notions d'activités

Le tableau 1 illustre les types d'activités et leurs traitements :

Type d'activités	Exemples	Connaissances	Objectif de la représentation
Routinières Répétitives	Activités Automatisées Elaborer un ordre de mission	Procédures prédéfinies	Optimisation
Semi-routinières	Etude de faisabilité Diagnostic Conception	Dépendant du contexte, de l'acteur	Conduite Pilotage
Non routinières	Innovation	A générer Apprentissage	Méta Modélisation

Tableau 1 : Types d'activités [El Mhamedi A., 2001]

I-3. Organisations d'entreprise

Le but de cette partie est de cerner les différents types d'organisations existant à ce jour. Ceci servira de support par la suite pour situer le système économique objet de notre cas d'étude.

Pour tenter de prendre en compte le contexte de changement présenté en introduction, de nouvelles formes d'organisations ont été proposées ces dernières années. Avant de les passer en revue, nous allons rappeler les configurations structurelles classiques.

I-3-1. Les organisations classiques [Baptiste P., 1995]

Nous pouvons distinguer cinq directions classiques :

- 1- La structure simple, qui repose sur un individu. C'est la structure la plus risquée car elle repose sur la santé et la volonté de son unique individu.
- 2- La bureaucratie mécaniste : Cette structure fonctionne très bien dans des environnements stables et simples, c'est une structure rigide.
- 3- La bureaucratie professionnelle : C'est aussi une structure rigide, elle est pourtant adaptée à la production standardisée mais pas à l'innovation.
- 4- La structure divisionnalisée : Elle est adoptée lorsqu'une bureaucratie mécaniste qui fonctionne dans un environnement stable décide de diversifier horizontalement ses lignes de produits ou de services.
- 5- L'adhocratie : C'est une structure qui évolue dans un environnement à la fois complexe et dynamique. Les fréquents changements de produits qui s'y opèrent permettent des conditions dynamiques.

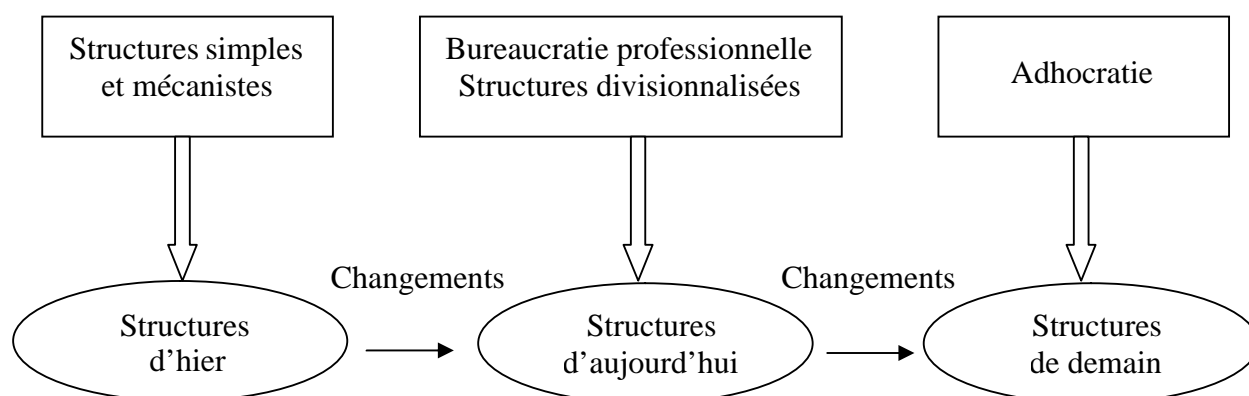


Schéma 4 : Evolution des différentes structures de l'entreprise [Bancel F., 1997]

I-3-2. Les nouvelles structures d'organisation

Selon l'étude de Lamouroux [Lamouroux I., 1997], il existe quatre axes de nouveautés en cours :

Deux d'entre eux concernent les transformations socio-techniques au sein des systèmes de production :

- Amélioration de la flexibilité en adoptant des processus de gestion selon les modèles transversaux qui sont orientés vers les clients.
- Réduction des niveaux hiérarchiques et responsabilisation des salariés, conséquence d'une nouvelle gestion des ressources humaines et de la structuration du travail.

Les deux autres axes concernant les frontières de l'entreprise sont : l'entreprise virtuelle, l'entreprise étendue.

Nous allons détailler un peu plus les deux formes d'entreprises qui nous sont apparues les plus intéressantes à retenir tant elles répondent aux besoins de réactivité et de flexibilité.

I-3-2-1. L'entreprise étendue ou réseau d'entreprises

L'idée de base de ce type d'entreprise est de limiter l'activité interne à la où les compétences stratégiques clés et d'externaliser pour le reste (sous-traitance) [Brilman J., 1995]. Jusqu'à présent, la responsabilité des entreprises manufacturières se terminait à la livraison des produits. Actuellement, un intérêt social et commercial croissant est porté à la vie finale du produit. Pour cela, l'entreprise étendue considère les procédés à récupération comme faisant partie de ses objectifs commerciaux. Aussi, elle postule pour la mise en place d'un réseau de sous-traitance guidé par la politique de coopération [Spinosa M., 1996]. Ce type d'entreprise suppose un rythme de production dicté par le volume de vente, ainsi que des stocks et des temps de fabrication réduits. Cette structure modulaire est une réponse à deux exigences :

- Maîtriser les technologies nécessaires pour produire (une entreprise seule est incapable de toutes les maîtriser) ;
- S'adapter sachant que le changement fait loi.

I-3-2-2. L'entreprise virtuelle

Elle est constituée de plusieurs entités géographiquement dispersées et gérées comme une entité unique. Toutefois, des regroupements d'entités peuvent avoir une gestion propre. C'est une organisation temporaire formée à partir d'alliances stratégiques qui peuvent se dissoudre lorsque l'affaire ou le projet sont terminés. Les partenaires de ce type d'organisation apportent leurs compétences et leurs ressources pour conquérir les marchés mondiaux, chacun contribuant à ce en quoi il excelle [Brilman J., 1995].

Les activités d'une entreprise virtuelle peuvent être déplacées dans des régions qui offrent les meilleures conditions à n'importe quel moment. Ce contexte caractérise le besoin de considérer la flexibilité organisationnelle de l'entreprise.

I-4. Les systèmes économiques

I-4.1. Définition des systèmes économiques

Il existe plusieurs représentations possibles pour définir les systèmes économiques. L'analyse systémique est la plus utilisée dans le domaine de la gestion et de nombreuses méthodes d'analyse abordent la question à travers elle. L'analyse systémique conduit à considérer le système de gestion d'un point de vue global. Les principes de base de cette approche ont conduit à décomposer le système de production en trois sous-systèmes (Schéma 5) :

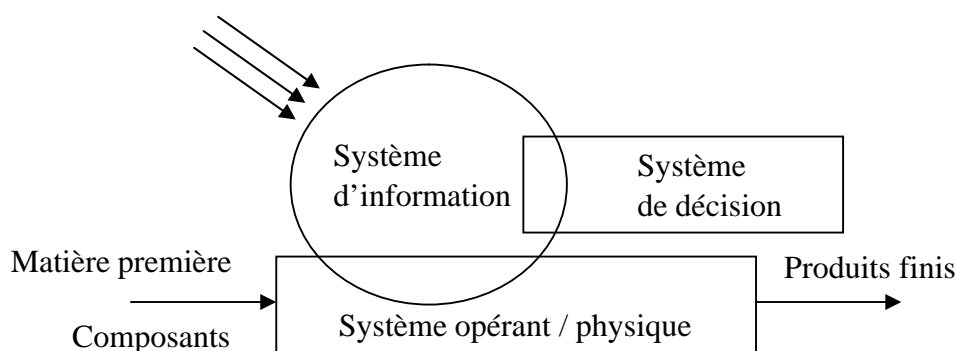


Schéma 5 : Les systèmes physiques d'information et de décision en gestion de production[Ansoff I., 1989]

Le système physique ou système opérant agit sur les produits en opérant des transformations, des contrôles, des stockages ou manutentions. Cet ensemble est constitué de moyens humains, physiques (machines, outils...) et techniques (méthodes, matières, procédés de fabrication).

Le système de décision a pour objectif de modifier par ses décisions l'évolution du système physique. Ses critères de décision sont les suivants : le comportement du système physique, l'environnement du système et les objectifs du système.

Le système d'information collecte, transmet et traite les informations, que leur origine soit l'environnement du système ou qu'elles proviennent du système physique lui-même.

L'ensemble du système de décision et du système d'information constitue le système de contrôle de la production.

Enfin, il est intéressant de noter les propositions de [Baptiste P., 1995] en vue d'enrichir le modèle systématique en rapportant un nouveau système ayant la particularité d'exister dans toutes les entreprises et d'être mesurable. Selon l'entreprise, ce système est plus ou moins développé ou plus ou moins diffusé.

Le système de motivation implicite est défini comme le système de valeurs de l'entreprise, ce que l'on appelle souvent la culture de l'entreprise. Il est rarement mesurable et il touche des notions qualitatives et plus subjectives que le comportement

des hommes qui constituent l'organisation. Le modèle systématique classique enrichi par ce nouvel élément peut être illustré par le schéma qui suit :

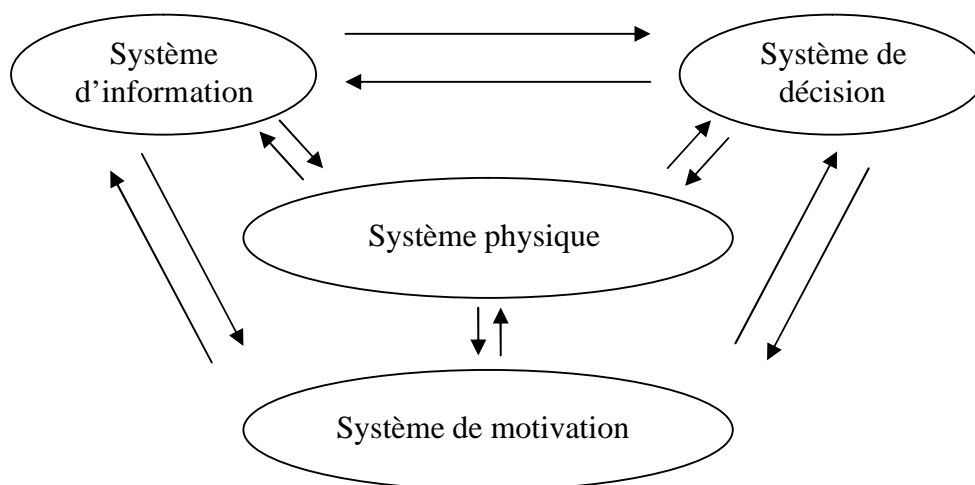


Schéma 6 : Le système de motivation

I-4-2. L'environnement du système économique

Les conditions économiques, techniques et culturelles actuelles font que les entreprises sont constamment confrontées à un environnement incertain et de plus en plus complexe. Nous entendons par **environnement** l'ensemble d'éléments n'appartenant pas au système dont l'état est susceptible d'affecter (ou d'être affecté par) le système [Lemoigne J.L., 1974].

Nous pouvons décomposer l'environnement des systèmes de production en deux parties :

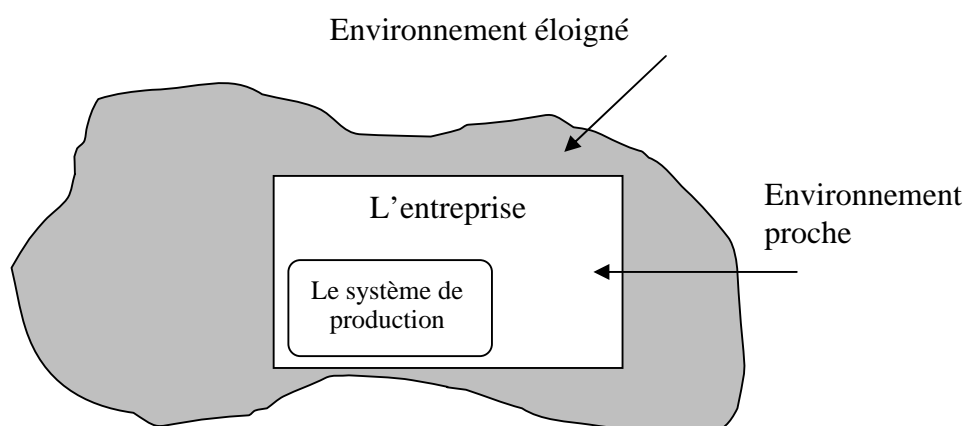


Schéma 7 : L'environnement du système de production. [Baillet P., 1994]

L'environnement proche ou direct est composé de toutes les fonctions de l'entreprise qui sont en relation directe avec le système de production.

L'environnement éloigné est constitué de tous les éléments externes à l'entreprise qui peuvent influencer sur le système de production.

Le contexte actuel est ressenti comme une perturbation. Par **perturbation**, on définit toute information qui contredit une prévision faite aussi bien sur le fonctionnement du système opérant que sur l'évolution des objectifs élaborés à partir de la prévision de l'évolution de l'environnement.

Plus l'environnement est complexe et imprévisible, plus l'entreprise éprouve le besoin de réactivité et de flexibilité.

On définit **la réactivité** comme étant la capacité du système de décision à changer, à modifier ou à élaborer des décisions afin de pallier à une perturbation.

Aussi, vis-à-vis de la conduite des systèmes, la réactivité représente un critère fondamental d'évaluation des performances et permet de s'intéresser aux délais de :

- Perception des problèmes de production.
- L'utilisation de la capacité de flexibilité de la structure organisationnelle et des individus lors de la mise en œuvre de la solution choisie.
- La recherche et les choix de solutions qui sont proposées.

Cela nous amène à définir la flexibilité. Selon [Okongwu U., 1990] , **la flexibilité** est la capacité ou l'aptitude ou la rapidité d'un système industriel à créer, à gérer la variété de façon économique et continue, afin de s'adapter aux changements de l'environnement externe et interne, tout en maintenant sa stabilité.

I-4-3. La conduite des systèmes de production

I-4-3-1. Définitions

De nombreuses définitions de la conduite sont données dans la littérature. Selon [Pourcel C., 1994], la conduite de la production est l'art de diriger les ressources mises à la disposition du système de production. La conduite doit permettre la réalisation des objectifs de la production dans les meilleures conditions, compte-tenu des aléas. Informés en permanence par le suivi de production sur la réalisation des objectifs, les responsables de la production vont devoir alors prendre des décisions pour corriger leurs actions en vue d'une meilleure atteinte de ces objectifs.

Par ailleurs, Micolet [Micolet J.L., 1990] définit la conduite comme l'ensemble de toutes les actions qui relèvent d'une stratégie à long terme permettant de gérer les processus. Elles portent sur les performances intégrées et reposent sur des prévisions d'évolution du processus. Aussi, elles sont la conséquence d'opérations de comparaison entre prévision et observation. Elles permettent la préaction (anticipative) au lieu de la simple réaction (immédiate ou tardive) aux stimuli.

I-4-3-2. Les différentes vues de la conduite

- La conduite vue comme gestion de processus de décision

La décision peut être définie comme une sélection d'une intention d'acte par acteur. [Marchais-Roubelat A., 1995] définit un acte comme étant une notion concrète qui se caractérise par un changement du comportement d'un ou de plusieurs acteurs, à la suite duquel le déroulement de l'action est modifié.

Par ailleurs, Simon [Simon H.A., 1991] propose deux types de décisions : les décisions programmées et les décisions non programmées.

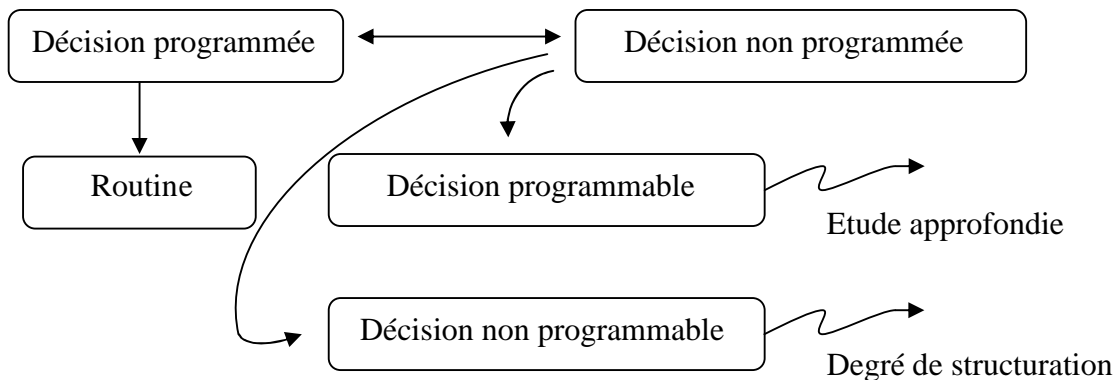


Schéma 8 : La classification des décisions selon Simon

La conduite du système de production procédera de la façon suivante :

- Si la décision à prendre est programmée, nous appliquerons la procédure correspondante.
- Si la décision à prendre est non programmée, après l'avoir analysée, nous pouvons voir si elle est programmable ou non programmable. Autrement dit, ce sont des réponses d'un système qui n'a pas de procédures spécifiques pour faire face à la situation qui se présente et qui doit se rabattre sur toute la capacité générale dont il dispose pour mener des actions intelligentes, adaptables et orientées vers la résolution de problème.

Il existe plusieurs typologies pour la classification des processus de décision. Nous allons présenter deux modèles, celui de Simon et de Russo.

Le modèle de Simon

Ce modèle est basé sur les quatre étapes suivantes :

1- Renseignement

Cette étape consiste à rechercher les conditions qui appellent une décision en étudiant l'environnement (contexte technique, politique et social).

2- Conception

Elle se traduit par l'élaboration et l'analyse des différents modes de réaction possibles face à une situation qui appelle une décision.

3- Sélection

Elle se caractérise par le choix du mode d'action approprié au problème traité.

4- Constatation

Cette dernière étape consiste à évaluer le mode de réaction adopté. Aussi, elle permet de répertorier le déroulement du processus de décision pour pouvoir l'utiliser si un problème identique se reproduisait.

On peut reprocher à ce modèle le fait qu'il ne fasse intervenir qu'un seul acteur lors du déroulement du processus de décision. En effet, souvent pour élaborer une solution, il y a concertation entre les différents acteurs. Il faut alors compléter ce modèle de manière à élargir la vision du processus de décision.

Le modèle de Russo [Russo F., 1993]

Contrairement à celui de Simon, le modèle de Russo prend en compte l'interaction entre plusieurs acteurs dans le processus de décision. Il se base sur une vision sociotechnique de l'entreprise. Dès l'apparition d'une perturbation et après consultation, chacun des acteurs va apporter ses connaissances et ses capacités afin de trouver la solution adéquate au problème. Ce modèle a été plutôt développé au niveau de la stratégie de l'entreprise.

Le modèle de Russo se base sur les quatre étapes suivantes :

1- Le cadrage

Cette étape consiste à analyser le véritable problème issu de la perturbation. Les intentions d'acte sont précisées ainsi que le contexte dans lequel s'est déroulé la perturbation. Cela est réalisé en déterminant les points suivants :

- Les acteurs impliqués a priori dans ce problème.
- Les paramètres (contraintes et critères pour choisir une solution) que les acteurs jugeront plus ou moins importants.
- Les objectifs qui sont susceptibles d'être modifiés suite à ce problème, ainsi que les intentions d'acte qui pourraient être mises en œuvre.

2- La collecte des informations

Il s'agit de regrouper toutes les informations et données pertinentes dont dispose chaque acteur concerné par le problème et nécessaires à sa caractérisation. Dans ce

but, les acteurs vont trier les données et faire ressortir les informations pertinentes qui vont aider à déterminer la réaction face à la perturbation. C'est une phase de coordination des analyses de chaque acteur de cette perturbation.

3- Dégager une conclusion

C'est l'étape de transformation des intentions en un acte. Après avoir constitué une base de données au cours des étapes 1 et 2, les acteurs vont choisir l'acte à accomplir. Parfois, cette étape est précipitée à cause de certains paramètres tel que le délai attendu de réaction à la perturbation. Un compromis peut être trouvé sans que les acteurs concernés ne disposent d'assez de données et/ou que le cadrage n'ait été effectué. Ce qui compte alors c'est l'efficacité de la mise en œuvre. Pour cela, il est préconisé d'utiliser une démarche méthodique qui permet de réduire le temps de réflexion et de conduire à de meilleures décisions.

4- Retenir la leçon de l'expérience vécue

Dans le but de réduire le délai de réaction, il est nécessaire de tirer profit des différentes expériences vécues. Aussi, l'ensemble des acteurs doit conserver les informations nécessaires à la résolution d'un problème ultérieur identique. Il est donc conseillé de consigner et d'archiver la prise de décision et les résolutions choisies à chaque problème déjà rencontré.

- La conduite vue comme gestion d'activités

La gestion par les activités a engendré une nouvelle philosophie de conduite, basée sur une vision économique de l'entreprise. Elle offre une base potentielle pour toutes les applications de gestion qui demandent une représentation des « faire » et des « savoir faire » de l'entreprise.

L'activité est définie par [Lorino P., 1991] comme étant tout ce que l'on peut décrire par des verbes dans l'entreprise. Elle constitue un concept commun permettant à des acteurs de cultures différentes de communiquer. Les activités se combinent en chaînes ou en réseaux d'activités dotés d'un objectif commun ce que l'on appellera processus. La notion d'activité et de processus intervient dans de nombreuses méthodes d'analyse. Cette approche présente l'avantage de donner une nouvelle vision claire des processus intervenant dans l'entreprise et par conséquent de la structure du système de production.

La gestion par les activités est un moyen intéressant pour représenter un système de production, plus précisément les activités qui participent à sa conduite. Ainsi, la position des différents acteurs impliqués ainsi que leurs modes d'intervention sur la prise de décision sont obtenus.

La faiblesse de cette approche est qu'elle ne prend pas en compte l'aspect dynamique du système. Elle ne nous renseigne que sur la régulation interne qui est appliquée sans se préoccuper des évolutions non prévisibles. Ce problème réside dans la vision descendante de la conduite (il s'agit à partir des objectifs et des processus de décomposer l'entreprise en activités.) du système de production ce qui permet de le représenter seulement dans sa stabilité. Comme le préconise [Ayadi K., 1999], il serait

judicieux de compléter cette méthode par une approche ascendante et ainsi analyser les perturbations qui traduisent bien la dynamique de la production.

- La conduite vue comme gestion des événements

Cette vision de la conduite consiste à trouver des solutions afin de régir face aux événements qui surviennent lors de la gestion de production. La conduite dans ce cas permet de recenser les différents événements susceptibles de perturber le système de production. Nous pouvons illustrer cette vision de la conduite par ce schéma :

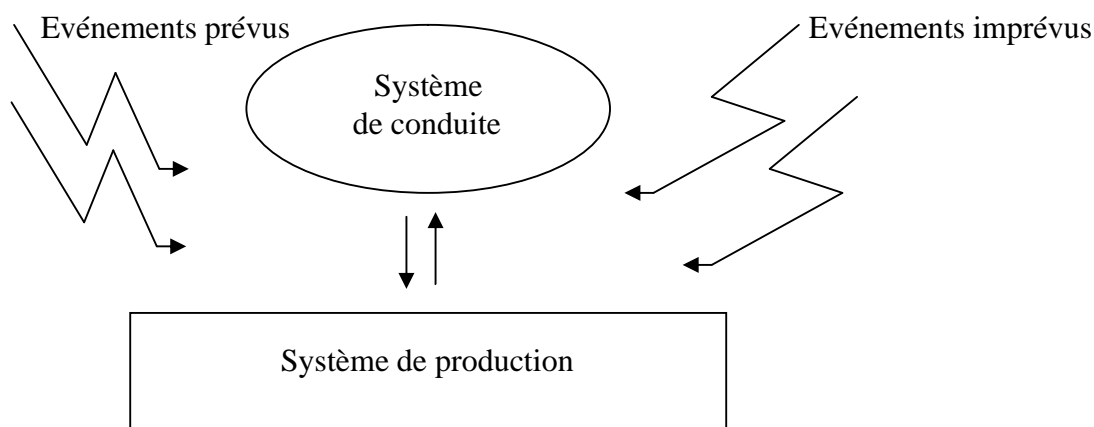


Schéma 9 : Le système de conduite des événements

Selon [Baillet P., 1994], il existe deux types d'événements :

- **Les événements prévus** : Ce sont des événements qui correspondent à des situations qui ont déjà eu lieu dans le passé ; ils sont pris en compte par le système de conduite.

- **Les événements imprévus** : Ce sont des perturbations qui peuvent remettre en cause le déroulement d'une ou plusieurs tâches, voire l'objectif de production. Ces événements ne sont pas pris en compte par le système de conduite.

Par analogie avec la classification des décisions de Simon, la réaction face à des événements prévus correspond à des décisions programmées. Après les avoir analysés, il suffit de développer des routines qu'il faut intégrer dans le système de conduite. Par contre, les événements imprévus sont gérés circonstanciellement par les acteurs et cela se traduit par des réactions improvisées. Ainsi, c'est sur l'expérience de l'acteur que l'on doit compter.

I-5. Conclusion

Nous avons situé le contexte de notre étude en mettant en évidence les problèmes qu'affrontent les entreprises d'aujourd'hui. En effet, la complexité des systèmes économiques l'augmentation de l'incertitude sur l'environnement et l'optimisation des ressources de production obligent les industriels à restructurer leurs entreprises pour les maintenir compétitives. Par conséquent, nous avons montré la nécessité d'une démarche méthodique et structurée pour l'analyse et la conception de systèmes économiques capables de répondre aux besoins de réactivité, de proactivité et de flexibilité.

Cette étude s'inscrit dans le cadre de l'amélioration de la conduite des systèmes économiques. Nous abordons cette dernière selon l'approche sociotechnique [Mathews J., 1995] qui définit un système sociotechnique comme étant un système nouveau, basé sur les connaissances qui replace l'homme au centre. Le système économique n'est plus seulement un système technique privilégiant la rentabilité économique de l'entreprise, c'est aussi un système social constitué d'acteurs qui adaptent leur comportement et leurs interrelations afin de gérer la production [Hernandez J.O., 1995]. Ainsi, nous cherchons à développer une démarche d'analyse qui prenne en compte les différents points de vue de l'entreprise, soit : un réseau d'acteurs, un réseau d'activités et un ensemble de processus de décision [Ayadi K., 1999].

Notre objectif étant de nous inspirer des outils et des concepts existant afin de donner les éléments d'une démarche d'analyse qui tienne compte de la plupart des événements. Cette dernière devrait aboutir à la mise en œuvre d'un système de conduite qui rendrait le système sociotechnique réactif.

Nous allons à présent présenter un panorama des principales méthodes (SADT, IDEF_x, MERISE, AICOSCOP, ABC/ABM), méthodologies (CIMOSA, GRAI, GIM), et architectures de référence (PERA, GERAM) en évaluant leurs apports et leurs limites.

Chapitre II : Les techniques de modélisation en entreprise.

II-1. Introduction

Nous consacrerons ce chapitre aux techniques de modélisation en entreprise, en mettant en évidence leurs apports et leurs limites.

Il existe de nombreuses techniques qui présentent l'avantage de traiter plusieurs aspects de la conduite. Chacune d'elles a été développée pour une finalité spécifique. Il est donc possible de répondre aux besoins des utilisateurs, en leur laissant la liberté de choisir la méthode qui leur convient suivant les objectifs qu'ils se sont fixés.

II-2. Méthode, méthodologie et architecture de référence

Notion de méthode

« Une méthode est une technique de résolution de problème caractérisée par un ensemble de règles bien définies qui conduisent, pour le problème, à une résolution correcte » [Calvez J.P., 1990] .

Le rôle d'une méthode : Une méthode doit permettre de :

- Guider l'analyste dans sa démarche.
- Faciliter la compréhension du système étudié.
- Diagnostiquer les anomalies du système étudié.
- Permettre la communication entre les différents acteurs relevant de divers domaines et entre le concepteur et l'utilisateur.

Définition d'une méthodologie

" Une méthodologie est un ensemble de méthodes utilisant des formalismes de modélisation associés, des modèles de références et une approche structurée" [Lutherer E., 1996].

Une méthode permet de résoudre un problème élémentaire, isolé, tandis qu'une méthodologie organisant un ensemble de méthodes permet de résoudre un problème plus global.

Définition d'une architecture de référence

Une architecture de référence est généralement un support à une méthodologie. Elle fournit un canevas qui décrit les différents formalismes à utiliser pour atteindre l'objectif de l'étude [Lutherer E., 1996].

Partant de ces trois notions, on résume les différentes méthodes, méthodologies et architectures de références existant dans le domaine de la modélisation en entreprise dans le tableau ci-dessous :

Méthodes	Méthodologie	Architecture de référence
- SADT - IDEFx - MERISE - AICOSCOP - ABC/ABM	- GRAI - GIM - CIMOSA	- PERA - GERAM

Tableau 2 : Différentes notions de modélisation

II-3. Panorama des techniques de modélisation

II-3-1. Méthodologie GRAI [Ducq Y., 2001]

GRAI, acronyme de Graphes à Résultats et Activités Interliés a été développée par Breuil, Doumeingts et Pun du laboratoire GRAI de l'Université de Bordeaux, au début des années 1980.

II-3-1-1. Objectifs : La méthode a pour objectifs : [Ducq Y., 2001]

- La restructuration de l'entreprise,
- Le Benchmarking stratégique (comparaison entre entreprises) et de processus,
- Le choix de Solutions Informatiques pour répondre aux besoins de l'entreprise (Progiciels, ERP (Enterprise Resources Planning),...),
- La gestion de l'innovation,
- La gestion des connaissances,
- La gestion de l'évolution de l'entreprise pour qu'elle s'adapte continuellement à l'évolution de son environnement.

II-3-1-2. Concepts de base

Le modèle conceptuel GRAI est un système hiérarchisé décomposé en trois sous systèmes :

a/- Le système physique ou système piloté

(machines, hommes, matières premières)

Le système physique sera décomposé en centres de charges. Ces centres se présentent sous la forme d'îlots de fabrication définis par des techniques de groupement.

b/- Le système de décision : décomposé en niveaux de décisions caractérisés par un horizon de prise de décision et une période de temps au bout de laquelle les décisions prises sont remises en question.

c/- Le système d'information : qui sert de liaison entre le système de décision et le système physique.

L'ensemble constitué par le système de décision et le système d'information forme le système de production.

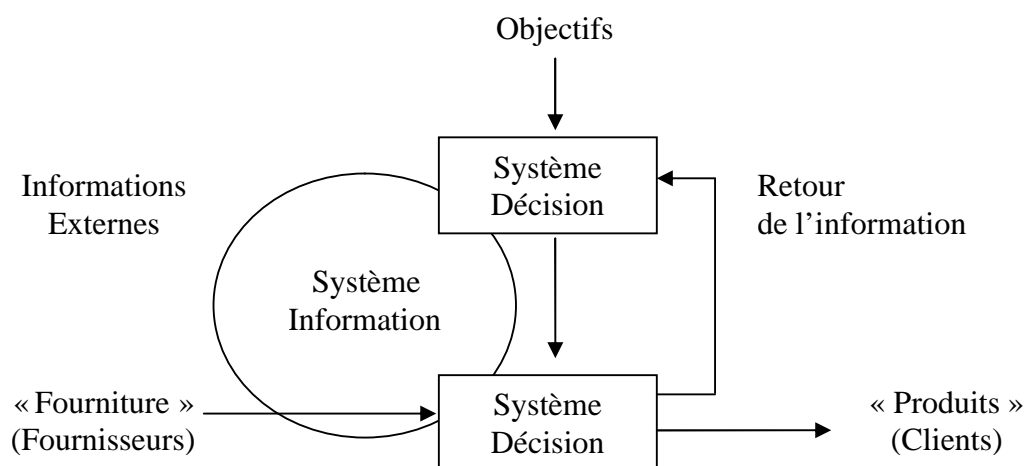


Schéma 10 : Sous systèmes de la méthode GRAI [Ducq Y., 2001]

$$\text{Décision} = \left\{ \begin{array}{l} \text{Informations + Objectifs} \\ \text{(Variables de décision)} \end{array} \right.$$

II-3-1-3. Démarche de la méthode GRAI

La méthode GRAI se déroule en deux phases : [Doumeingts G., 1996]

- **La phase d'analyse** : elle est composée de deux étapes :

1^{ère} Etape : L'analyse descendante

Elle permet d'identifier la structure hiérarchisée du système de pilotage de l'entreprise et prend en compte les contraintes dues à sa structure interne et à son environnement. Pendant cette phase, la grille GRAI est établie.

2^{ème} Etape : L'analyse ascendante

L'analyste réalise une enquête auprès des responsables de chacun des centres identifiés. Il utilise pour cela un outil graphique appelé réseau GRAI. La superposition de l'analyse ascendante et l'analyse descendante permet de détecter les incohérences au niveau de la structure, des informations ou des ressources.

La phase de conception

Au cours de cette étape, l'architecture globale du futur système est déterminée. Il s'agit d'exprimer les nouvelles relations entre les centres de décision et la spécification des caractéristiques fonctionnelles du système. A nouveau, les résultats seront présentés sous la forme de grilles et réseaux GRAI.

Selon une approche de la gestion de projet, la démarche d'application de la méthodologie GRAI intègre un groupe d'acteurs et impose des séquences d'actions aux objectifs bien déterminés. Les différents groupes d'acteurs intervenant dans la mise en œuvre de la démarche sont :

- Le groupe de pilotage ;
- Le groupe de synthèse ;
- Le groupe d'analystes / spécialistes ;
- Le groupe des interviewés.

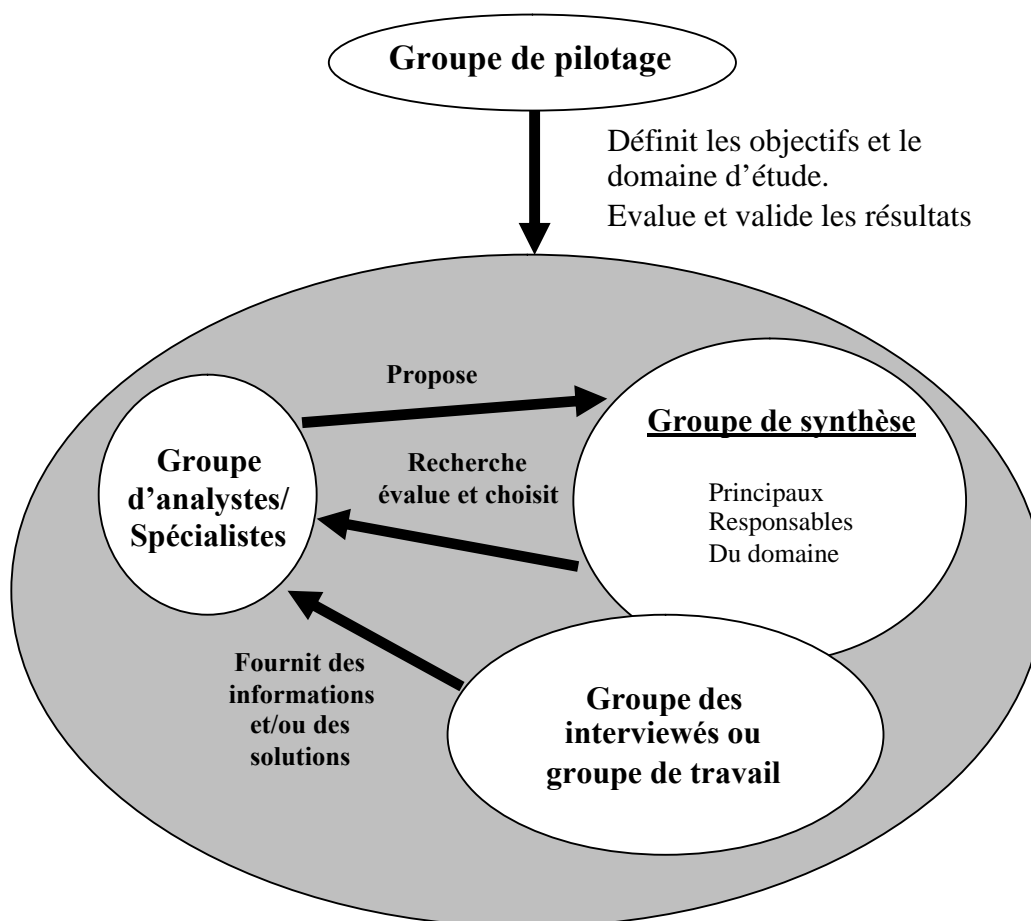


Schéma 11 : Différents acteurs de la démarche GRAI

- **Pilotage**

Constitué des décideurs de l'étude.

Rôle : définition des objectifs et du domaine de l'étude.

Action : Valide les résultats de chaque phase.

- **Synthèse**

Regroupe les principaux utilisateurs du système étudié.

Rôle : Fournit des informations, Propose des solutions.

- **Analyste**

Personne spécialisée dans l'application de la méthode GRAI.

Rôle : Collecte des informations et élabore des modèles d'après les informations collectées.

- **Interviewés**

Ensemble des personnes fournissant les informations sur le système étudié.

- **Groupe de travail**

Composé de personnes compétentes de l'entreprise et/ou extérieures.

Rôle : Recherche les solutions les mieux adaptées pour améliorer les points faibles détectés.

II-3-1-4. Niveaux d'abstractions [El Mhamedi A., 2002]

Les niveaux d'abstractions de la méthodologie GRAI sont :

1- La phase de modélisation : la modélisation de la vue fonctionnelle et des trois systèmes (physique, décisionnel, informationnel)

2- La phase d'analyse : les résultats et la rédaction du rapport d'analyse de cohérence (mise en évidence des points forts et des points à améliorer)

3- La phase de conception orientée utilisateur : Cette phase a pour but de construire la nouvelle vue fonctionnelle et les nouveaux modèles physique, décisionnel et d'information aux niveaux conceptuel et structurel.

4- La phase de conception orientée technique : Cette phase utilise comme point de départ les spécifications utilisateurs et les traduit en spécifications techniques en utilisant la compétence des spécialistes dans les domaines techniques concernés.

5- La phase d'acquisition/développement, menée à partir des résultats de la phase de conception orientée technique, est la recherche des composants sur le marché, et le choix de ceux qui correspondent au cahier des charges techniques. Elle peut être aussi la phase de développement des éléments de solutions qui sont trop spécifiques pour être disponibles sur le marché.

6- La phase d'exploitation correspond à l'implantation des éléments de solutions choisis ou développés.

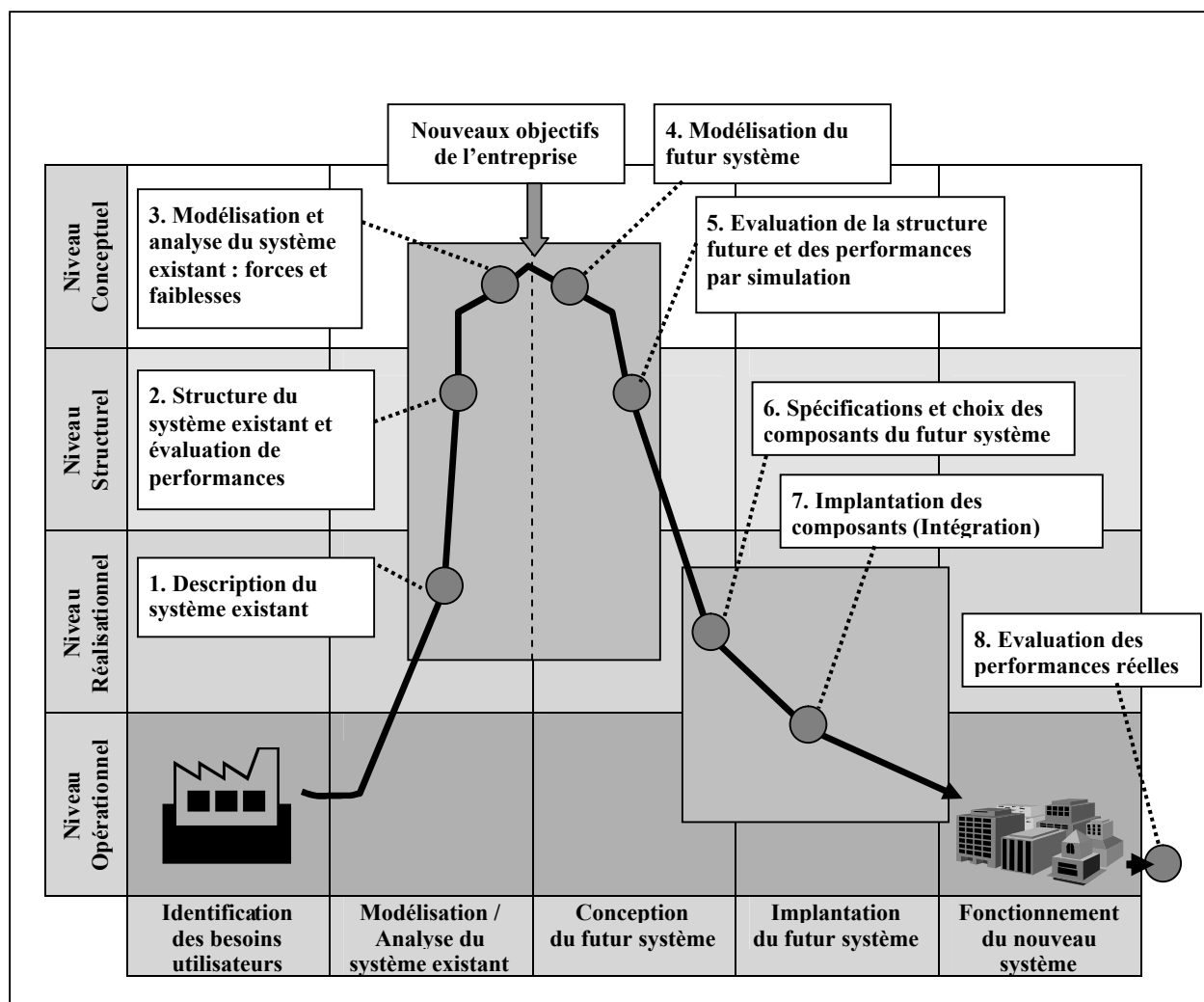


Schéma 12 : Niveaux d'abstraction de la méthode GRAI [El Mhamedi A., 2002]

II-3-1-5. Outils de la méthodologie GRAI

a- La grille GRAI

Elle représente une vision globale de la structure du système étudié. Aussi, situe-t-elle les centres de décision les uns par rapport aux autres et met en évidence les principaux liens décisionnels et informationnels de l'organisation analysée.

Elle respecte les critères de décomposition de la macrostructure qui sont :

- L'horizon et la période de décision ;
- Le groupement des activités décisionnelles sur un niveau donné suivant leurs fonctionnalités.

Fonctions H/P	Informations Externes	Gérer les produits		Planifier la production	Gérer les ressources		Informations Internes
		Acheter	Approv		Humaines	Technologiques	
H = P =				↓			
H = P =				Centre de décision			
H = P =				↓			

H: Horizon

P: Période

Schéma 13 : La Grille GRAI

b- Les réseaux GRAI [Vallespir B., 2002]

Ils permettent la représentation des concepts suivants :

- Les activités de décision ou d'exécution caractérisant la transformation d'un état en un autre état ;
- Les supports (information ou ressource nécessaire à l'exécution de l'activité) ;
- Les états.

On retrouve deux types de représentation des réseaux GRAI :

- L'activité d'exécution ;
- L'activité de décision (Schéma 14).

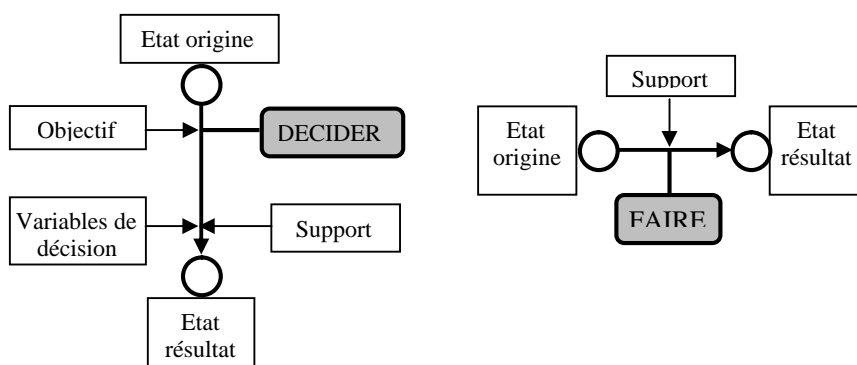


Schéma 14 : Réseaux GRAI, activité de décision et activité d'exécution

II-3-1-6 : Apports

La méthode GRAI est bien adaptée pour :

- Une analyse globale du système économique ;
- Une représentation synthétique ;
- Une hiérarchisation des fonctions ;
- Une validation élargie des spécifications ;
- Une mise en œuvre et une exploitation simple.

II-3-1-7. Limites

Les points faibles de la méthode GRAI sont les suivants :

- Le réseau GRAI est complexe lorsqu'il s'agit d'analyser plusieurs activités à la fois.
- GRAI est inadapté pour la plupart des systèmes industriels à cause de la difficulté à distinguer clairement le système opérant des systèmes d'information et de décision.
- Les grilles GRAI représentent les niveaux hiérarchiques selon un horizon et une période. Ceci n'est pas généralisable à certaines organisations où un critère portant sur la globalité et sur les effets de la décision doit être retenu.
- Mauvais liens avec la spécification du système d'information.

II-3-2. Méthodologie CIMOSA [Vernadat F., 1999]

La méthodologie CIMOSA (Open System Architecture for Computer Integrated Manufacturing) a été développée par le consortium AMICE dans le cadre de projets ESPRIT [Amice, 1993], entre les années 1984 et 1994.

II-3-2-1. Objectifs

L'objectif de CIMOSA est de fournir un support tout au long du cycle de vie d'un système de production : depuis son analyse jusqu'à son implantation, son utilisation et sa maintenance. Plus particulièrement dans le but de :

- Définir précisément les objectifs de l'entreprise et les stratégies manufacturières ;
- Permettre de configurer et de gérer l'exploitation du système CIM en réponse à ces objectifs ;
- Permettre de gérer le système dans un contexte en changement perpétuel.

II-3-2-2. Concepts de base

La méthodologie CIMOSA repose sur une séparation claire entre l'environnement de l'ingénierie et l'environnement opérationnel de l'entreprise. Son édifice comprend :

- 1- Un cadre de modélisation (incluant une architecture de référence qui fournit une intégration conceptuelle par unification sémantique).

- 2- Une infrastructure intégrante (permettant l'intégration physique et l'intégration des applications).
- 3- Un cadre méthodologique (couvrant le cycle de vie du système de production et assurant la cohérence de l'ensemble).

Le but du cadre de modélisation de CIMOSA ou CUBE CIMOSA est de fournir un cadre conceptuel, une méthode et des outils de modélisation pour assister l'utilisateur dans le développement du modèle particulier, propre à son entreprise. Il est composé de deux parties : Une architecture de référence, générique et réutilisable dans différents projets et une architecture particulière propre à l'entreprise.

Le cadre de modélisation développé dans CIMOSA (Schéma 15) s'articule autour de trois axes de modélisation orthogonaux :

- L'axe de généricité qui suggère de construire le modèle particulier de l'entreprise à partir de modèles partiels, eux-mêmes exprimés en termes de construction générique de base.
- L'axe de génération qui propose de modéliser d'abord les besoins de l'entreprise. Il est appelé aussi axe des vues (fonctionnelle, informationnelle, organisationnelle, ressources et organisation).
- L'axe de dérivation qui invite à modéliser d'abord les besoins de l'entreprise, puis les spécifications de conception et enfin la description de l'implantation.

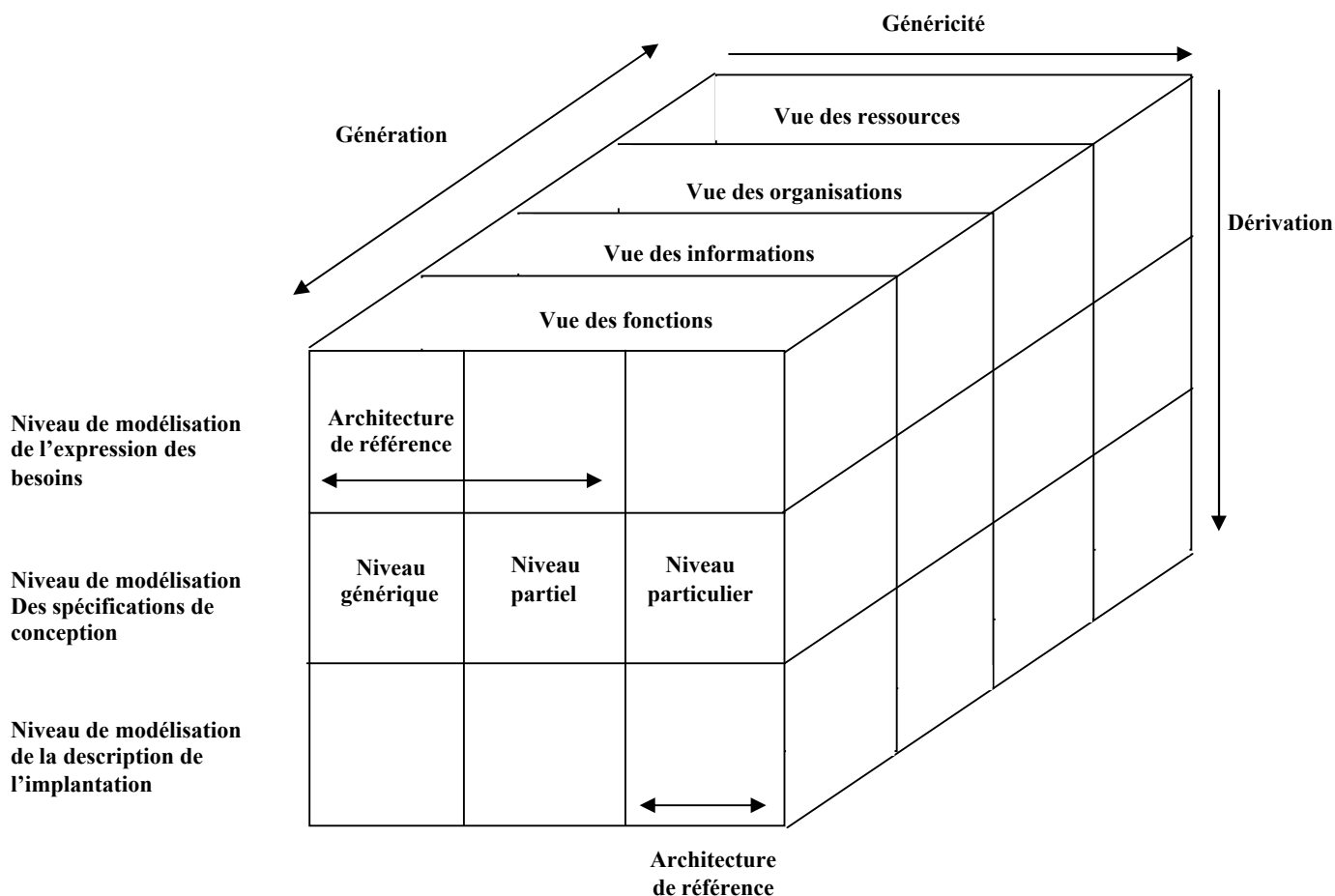


Schéma 15 : Le cadre de modélisation de CIMOSA [Vernadat F., 1999]

CIMOSA fournit un ensemble très riche de concepts de base dans son langage de modélisation, couvrant les quatre vues mentionnées ci-dessus. Nous rappellerons succinctement les concepts les plus importants.

Le modèle CIMOSA est basé sur les concepts d'évènements, de processus, d'activités, d'opérations, de ressources et de vues d'objet.

- Du point de vue fonctionnel, une entreprise est perçue comme un ensemble de domaines formés de processus qui interagissent entre eux. Ces processus sont déclenchés par des événements provenant du modèle lui-même ou du monde extérieur. Un processus est formé de sous processus et d'activités.

- Du point de vue informationnel, la plupart des entrées et sorties des activités sont des vues d'objet. Une vue d'objet est une manifestation d'un objet tel qu'il est perçu par l'utilisateur ou une application.

- Du point de vue de la gestion des ressources, les activités ont besoin de ressources pour leur exécution. CIMOSA distingue deux classes de ressources : les ressources actives appelées entités fonctionnelles et les ressources passives appelées composants. L'infrastructure intégrante de CIMOSA fournit les moyens d'intégrer les ressources diverses et variées de l'entreprise. Elle permet aussi d'exécuter des modèles CIMOSA au niveau implantation à l'aide des ressources.

Elle est constituée de cinq grands groupes de services appelés entités :

- L'entité des services d'exécution ;
- L'entité des services d'information ;
- L'entité des services de présentation ;
- L'entité des services communs ;
- L'entité des services de gestion du système.

Enfin, le cadre méthodologique de CIMOSA offre une méthodologie d'intervention en accompagnement du cycle de vie du système de production.

Les phases du cycle de vie du système sont :

- La définition du système et l'expression des besoins ;
- La conception du système ;
- La description de l'implantation ;
- La phase d'installation ;
- La phase de mise en œuvre ;
- La phase d'exploitation ;
- La phase de maintenance/modification du système ;
- La phase arrêt.

Le projet Amice a montré que l'étape la plus difficile à réaliser est celle de la maintenance et la modification. Le changement dynamique d'un modèle en cours d'exploitation reste un problème entier pour lequel il n'existe pas de solution satisfaisante à ce jour.

II-3-2-3. Apports

- La méthodologie CIMOSA apporte une réponse originale au problème d'intégration globale en fournissant une infrastructure intégrante.
- CIMOSA propose une modélisation cohérente de l'entreprise, depuis l'expression précise des besoins jusqu'à une description conforme de l'implantation.

II-3-2-4. Limites

- La représentation textuelle préconisée par CIMOSA pendant l'analyse comportementale ne permet pas de visualiser facilement le comportement d'un processus.
- La difficulté avec CIMOSA de percevoir les frontières entre les différents niveaux de modélisation.
- La lourdeur du formalisme de description à base de formulaires.

II-3-3. Méthode IDEF

La méthodologie IDEF (acronyme de **ICAM Definition Method**) regroupe cinq méthodes complémentaires : IDEF0/SADT, IDEF1- IDEFx, IDEF2, IDEF3. Nous donnerons les grandes lignes de IDEF0, IDEF2, et IDEF3 qui sont utilisées pour analyser et modéliser les systèmes économiques.

II-3-3-1. SADT ou IDEF0

La méthode SADT, acronyme de **Structured Analysis and Design Technique** a été développée par D.T Ross, à la fin des années 60 aux USA.

Au départ, elle a été utilisée pour la modélisation de systèmes logiciels au cours des étapes d'analyse et de conception. Le département de la défense américain a standardisé et rendu publique la méthode SADT sous le nom d'IDEF0. Voici les grandes lignes de la méthode décrite par [Marcad D.A., 1988].

- Objectifs

Elle est employée pour la réalisation de schémas directeurs afin de mieux connaître la situation actuelle d'une entreprise. Elle permet de dégager à partir de l'analyse des besoins, les spécifications fonctionnelles du système à concevoir.

- Concepts de base

SADT permet de décomposer un modèle étudié en deux parties : les activités et les données. Ces dernières sont modélisées par deux types de diagrammes (boîtes) : Actigrammes (liés aux activités) et Datagrammes (liés aux données). Ils sont représentés par le schéma 16.

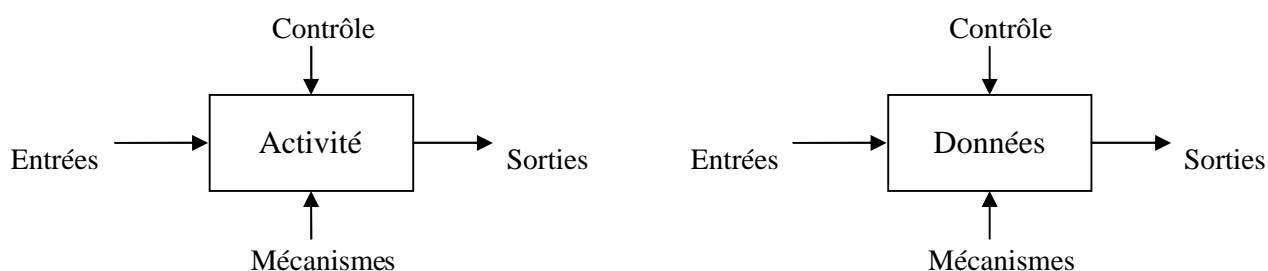


Schéma 16 : Actigrammes et datagrammes.

SADT définit une activité comme une fonction de transformation d'entrées (informations ou matière) en sorties (informations ou matière) au moyen de mécanismes (hommes ou machines). L'exécution de l'activité est déclenchée par un ou plusieurs contrôles.

Pour décrire l'ensemble des activités du système, il suffit de composer les boîtes et de les relier par des flèches concernées.

- Démarche

L'analyse débute par une description générale et abstraite du système à étudier. Cette description est considérée comme une activité qui peut être alors décomposée en plusieurs sous-activités reliées entre elles dans un diagramme. Un niveau de décomposition supplémentaire pourrait être introduit pour chacune des sous-activités.

Une représentation SADT est composée d'une hiérarchie de diagrammes. A chaque niveau de décomposition hiérarchique correspond un diagramme.

Un diagramme est constitué d'activités représentées sous forme de boîte et reliées entre elles par des flèches.

L'organisation de l'introduction graduelle des détails supplémentaires pendant la décomposition de haut en bas est réalisée grâce à des règles. Une activité est toujours divisée en 3 à 6 sous activités, pour permettre au diagramme d'être humainement gérable.

- Apports

La décomposition des activités de manière modulaire, hiérarchique et structurée facilite la compréhension des problèmes étudiés et/ou des résultats obtenus, tout en améliorant la communication entre eux [Daihani D.U., 1994].

- Limites

- SADT ne distingue pas les différents types de flux entrant et sortant d'une activité ce qui peut provoquer une confusion lors de l'interprétation du modèle obtenu.

- Son emploi est réduit à l'utilisation de son formalisme graphique.

- SADT manque de sémantique.

- Elle permet uniquement de traiter les aspects statiques d'un système, l'évolution dans le temps et l'exécution concurrente des différentes activités n'est pas modélisée [Daihani D.U., 1994] et [Lutherer E., 1996].

II-3-3-2. IDEF2

IDEF2 est un langage de modélisation du comportement d'un système de production basé sur le concept des files d'attente, dérivé du langage de simulation SLAM.

- Objectifs

C'est une méthode complémentaire à SADT qui vise à répondre aux lacunes du point de vue analyse des aspects dynamiques d'un système.

- Concepts de base

IDEF2 est basée sur 4 modèles :

- Modèle du système physique.
- Modèle du flux des entités.
- Modèle de gestion des ressources.
- Modèle de contrôle du système.

- Limites

Les résultats obtenus par l'étude d'IDEF2 au travers de la simulation correspondent à des cas de fonctionnement particuliers, aucune généralisation sur le système modélisé n'est possible [Lutherer E., 1996].

II-3-3-3. IDEF3

C'est une méthode basée sur la description des flux de processus et l'identification des objets qui participent à ces processus [Mayer R.J., 1992].

- Concepts de base

IDEF3 représente les modèles sous la forme de flux de processus et de diagrammes de changement d'état des objets associés. Le langage de modélisation est graphique et chaque processus est considéré comme une tâche à réaliser.

Un objet est une abstraction qui représente une entité physique de l'environnement réel modélisé ou un concept qui intervient dans la description d'un processus.

Les concepts utilisés pour décrire le flux de processus sont les suivants :

- Unités de comportements ou processus (Schéma 17).
- Les fonctions.
- Les liens.
- Les référents.

Pour les diagrammes de changement d'état, les concepts sont les objets et les transitions (Schéma 18).

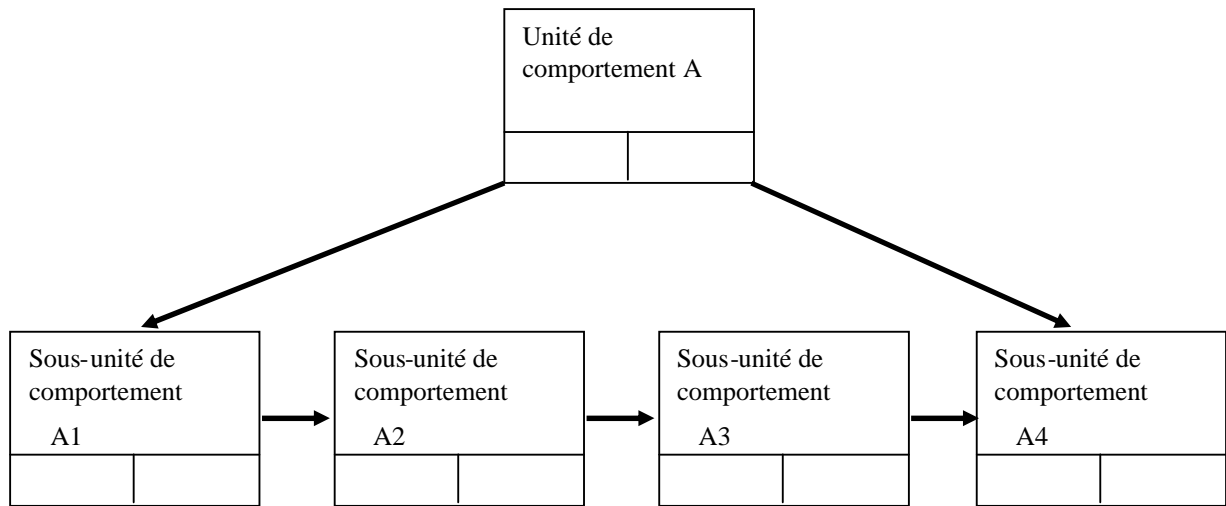


Schéma 17 : Exemple de décomposition d'une unité de comportement.

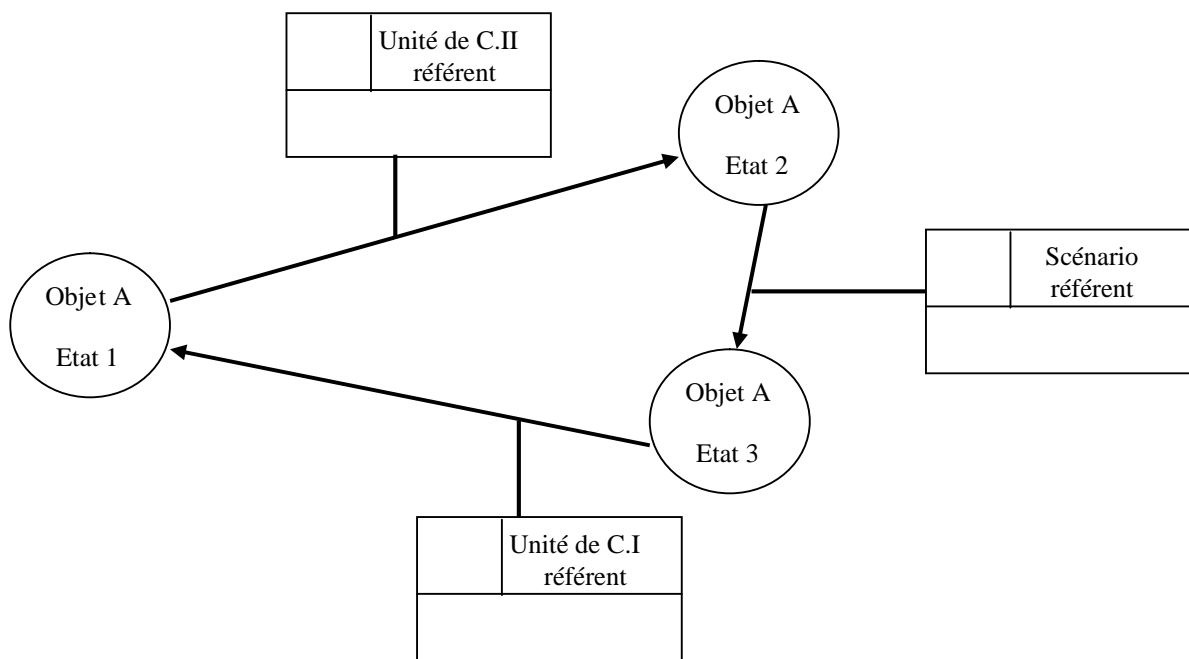


Schéma 18 : Diagramme de changement d'état.

- Limites

IDEF3 est une méthode intéressante par rapport à la description de flux de processus, mais ne permet pas de gérer les ressources ou les flux de matière [Lutherer E., 1996].

II-3-4. Méthode AICOSCOP

La méthode AICOSCOP (acronyme d'Aide à la Conception de Système de Conduite de Production) a été conçue initialement par un groupe de chercheurs, d'industriels et de consultants. Elle a été développée par la suite avec l'aide d'étudiants de 3^{ème} année et d'enseignants de l'école d'ingénieurs de Tours.

Nous présenterons les grandes lignes développées par [Pourcel C., 1994].

- Objectifs

AICOSCOP a pour objectif d'effectuer un diagnostic du système de production et d'aider à la conception d'un système de conduite décentralisé et coordonné.

- Bases théoriques

Les différents éléments et concepts d'AICOSCOP sont renforcés par un certain nombre de bases théoriques. Ces dernières sont issues des théories de la décision, de l'organisation, de l'approche systémique, socio-économique, de la modélisation, ...

- Concepts de base

AICOSCOP utilise quatre concepts qui sont :

1- L'activité.

2- Les facteurs clés de succès (FCS) : les agents dont on estime qu'ils contribuent de manière décisive au profit de l'entreprise.

3- Activité significative, activité critique :

Une activité significative par rapport à un facteur clé de succès c'est toute activité susceptible d'influencer ce FCS. L'activité critique est toute activité significative identifiée comme ayant une influence prépondérante sur la valeur prise par le FCS considéré.

4- Conduite interne, conduite externe : les décisions sont prises au sein de la partie interne. Elles sont orientées sur les objectifs et les contraintes élaborées par la conduite externe de l'activité.

La conduite externe de l'activité représente un ensemble d'activités de décision chargé de la conception d'objets passifs, de la conception et de la mise à disposition des ressources, de l'exploitation des ressources de l'activité,...

- Démarche

Le déroulement d'un projet AICOSCOP se fait en trois étapes :

A- La phase de spécification du projet :

Cette étape se décompose en cinq activités :

- Définir les objectifs et les contraintes du projet.
- Identifier les facteurs clés de succès du système étudié.
- Organiser le projet.
- Spécifier le projet.
- Décider de la poursuite de l'étude.

B- L'analyse de l'existant (analyse et recherche des inducteurs de performances) :

Cette phase a pour but de modéliser le système de production et de rechercher les causes de dysfonctionnement. Elle comporte huit activités

1. Identifier les activités du système de production.
2. Identifier les activités significatives par FCS.
3. Décrire le fonctionnement des activités significatives.
4. Identifier le processus de contribution à l'élaboration de la valeur d'un FCS.
5. Identifier les activités critiques d'un processus.
6. Rechercher et analyser les inducteurs de performances des activités critiques.
7. Identifier les activités critiques perfectibles.
8. Rédiger le rapport d'analyse.

C- Conception du système de conduite de production :

Cette dernière phase se déroule en trois étapes :

- Classer les activités selon les projets et les programmes du système de production.
- Spécifier la partie conduite de l'activité.
- Spécifier la procédure de coordination.

- Apports

L'intérêt essentiel de cette méthode réside dans la spécification des activités, dimension souvent négligée voir oubliée dans les modèles socio-économiques de pilotage [Aicoscop, 1991].

- Limites

Les limites de la méthode AICOSCOP résident dans : [Aicoscop, 1991].

- La conception des unités pertinentes de pilotage.
- La question de déglobalisation.
- La question de conduite interne et son rapport avec la conduite externe.

II-3-5. Méthode ABC/ABM

La gestion par les activités (**Activity Based Costing**) est une nouvelle philosophie de gestion. Elle se traduit par une panoplie complètement renouvelée d'outils et de méthodes, depuis la mesure des performances opérationnelles jusqu'à la gestion prévisionnelle de l'emploi, en passant par la gestion des flux de matière, l'analyse de la valeur et l'évaluation des investissements [Lorino P., 1991].

Les termes **Activity Based Costing (ABC)** et **Activity Based Management (ABM)** sont parfois utilisés de manière interchangeable. Pourtant, si l'on se tient rigoureusement à leur définition, l'ABC ne porte que sur la technique de détermination des coûts des activités et des résultats de ces activités. L'ABM est un concept beaucoup plus vaste. Il se réfère à la philosophie du management, englobant la planification, l'exécution et la mesure des activités comme source d'avantage concurrentiel.

- **Objectifs**

L'objectif de l'analyse par les activités est d'améliorer les données sur les coûts pour qu'elles puissent être utilisées dans la gestion des activités d'une entreprise.

- **Domaine d'application** [Chen D., 2002]

Le modèle ABC/ABM offre une base potentielle pour toute les applications de gestion qui demandent une représentation des « faire » et des « savoir faire » de l'entreprise.

Il peut donc constituer la base commune de divers systèmes de gestion de l'entreprise, et leur donner la cohérence, la capacité de communication et d'intégration.

Nous citerons parmi les applications possibles en plus de celles citées précédemment la gestion de projet, la gestion de production et la conception de systèmes de pilotage de la performance.

- **Concepts de base**

Le modèle ABC/ABM se base sur les concepts d'activités et de processus.

L'activité est définie comme tout ce que l'on peut décrire par des verbes dans la vie de l'entreprise. C'est tout ce qui fait la substance de l'entreprise, tous ces travaux accomplis par les salariés, tous ces « faire » qui font appel à des « savoir faire » spécifiques, aussi simples soient-ils. Les activités se combinent en chaînes ou en réseaux d'activités dotés d'un objectif commun, ce que l'on appellera processus.

S'il peut y avoir cent ou voir deux cents activités dans l'entreprise, il n'y a guère plus de vingt ou trente processus significatifs. La maîtrise des coûts passe avant tout par la maîtrise des processus.

- **Démarche**

La méthode ABC/ABM se déroule en 3 étapes :

1- L'analyse des activités :

Elle se déroule en cinq phases :

- Formuler clairement les objectifs poursuivis, associer tous les acteurs concernés à la démarche et recenser les sources d'information déjà existantes.
- Elaborer un modèle « cadre » des activités de l'entreprise, en analysant les flux et les fonctions à un niveau macroscopique, en partant éventuellement d'un modèle existant.
- Organiser une analyse descendante sur la base de ce modèle, par interviews, ou en s'aidant d'un questionnaire, en partant des niveaux les plus importants en descendant jusqu'au niveau hiérarchique correspondant au degré de détail souhaité.
- Le cas échéant, conduire une analyse à la base, par l'observation, par des interviews/questionnaires pour valider/corriger le résultat de la phase précédente.

- Eliminer les activités les moins significatives et regrouper les plus similaires en vérifiant la cohérence et l'intégrité du résultat final avec les responsables des services concernés.

2- Le diagnostic :

Cette étape se décompose en deux parties :

- Identifier les couples activité-performance critiques.
- Déterminer les inducteurs de performances.

3- Le pilotage :

Des indicateurs de pilotage sont mis en place à partir des facteurs clés de succès (délais, qualité...), traduits en processus, en activités, en couples activité-performance critiques, inducteurs de performance. Ils servent de base au choix des indicateurs de performance [Lorino P., 1991].

- Apports

Un des caractères les plus innovateurs du modèle ABC/ABM est sans aucun doute de représenter l'entreprise en tant qu'un réseau de processus, contrairement à la tradition de reproduire la structure hiérarchique et fonctionnelle de l'entreprise [Boisvert H., 1994].

- Limites

Les premiers gestionnaires à avoir appliqué le modèle ABC ont rapporté que leur nouveau système engendrait des gains financiers immédiats. Cependant, les résultats récents sont beaucoup moins optimistes, puisqu'ils indiquent qu'à peine une application ABC sur trois engendre réellement une rentabilité accrue. Cet échec ne résulte pas d'une théorie, d'une technique ou d'une application incorrecte, mais plutôt des barrières structurelles au changement. Pour tirer les bénéfices souhaités des systèmes ABC/ABM, les managers doivent analyser les types de changements qui sont requis pour améliorer les activités et les processus avant le début du programme de mise en œuvre. Ensuite, ils pourront commencer à évaluer les barrières structurelles au changement et à élaborer des outils pour éliminer ces contraintes.

II-3-6. Architecture de référence PERA

PERA, acronyme de **P**urdue **E**nterprise **R**eference **A**rchitecture a été développé en 1990 par the Purdue Laboratory for Applied Industrial Control, Université de Purdue, USA [Williams T.J., 1992].

- Objectifs

Etablir les bases pour le traitement des fonctions mises en œuvre par l'être humain dans le domaine de l'intégration des entreprises.

- Concepts de base

La description des tâches et des fonctions de l'entreprise est décomposée en deux grands courants [Tham K.D., 1996].

- Le courant des informations.
- Le courant de la production.
- Dans le modèle PERA, les classes des fonctions concernant la décision, le contrôle et l'information sont regroupés en un seul courant appelé fonction d'information.
- Pendant l'implémentation, les deux courants cités ci-dessus sont réaménagés dans trois jeux d'implémentation de tâches et de fonctions :
 - a- Les activités de l'être humain qui sont :
 - i- Activités d'information.
 - ii- Activités de production.
 - b- Les activités d'information non effectuées par l'être humain.
 - c- Les activités de production non effectuées par l'être humain.

A la différence de CIMOSA qui définit quatre vues : fonctionnelle, informationnelle, ressources et organisationnelle, PERA se focalise sur seulement deux vues : Une vue fonctionnelle et une vue d'implémentation.

- Chaque vue est structurée le long d'un courant d'information et un courant de production.
- La vue fonctionnelle est composée d'une architecture fonctionnelle d'information et d'une architecture fonctionnelle de production.
- La vue fonctionnelle est suivie par la vue d'implémentation composée d'une architecture d'information et une autre de production.

L'architecture PERA se décompose en sept étapes structurées :

- L'identification de l'entité modélisée.
- Le niveau concept exprime les objectifs de la direction générale de l'entreprise.
- Le niveau de définition : il concerne la transcription des objectifs exprimés précédemment sur la conception, le développement, la construction et la mise en œuvre de l'entreprise intégrée, solution de l'étude.
- Le niveau spécification.
- Le niveau conception détaillée.
- Le niveau implantation.
- Le niveau opératoire.

Le paradigme de modélisation dans PERA s'organise autour de la représentation des tâches du système d'information, de la production et celles effectuées par l'être humain de l'entreprise modélisée. Le schéma de représentation de la connaissance des tâches citées ci-dessus est similaire à celui utilisé dans IDEF. Il comporte des entrées prenant en compte : temps, paramètres de validation, processus de transformation, sorties et mémorisation des entités.

II-3-7. Architecture de référence GERAM

L'architecture de référence GERAM (acronyme de **Generic Enterprise Reference Architecture and Methodology**) a été introduite par le groupe de travail IFAC/IFIP Task Force on Architectures Enterprise Integration. Après avoir analysé les principales architectures de référence disponibles, à savoir CIMOSA, GRAI-GIM et PERA, le groupe a constaté qu'il fallait préserver le meilleur des méthodes de modélisation et

architectures existantes pour créer une nouvelle architecture ayant les qualités de ses aînés sans leurs défauts.

- Objectifs

GERAM a plusieurs objectifs, nous citerons [Williams T.J., 1994] :

- Fournir un environnement de modélisation consistant qui va mener éventuellement à un code exécutable par l'ordinateur.
- Promouvoir une ingénierie pratique pour des structures réutilisables des modèles standard.
- Se munir d'une méthodologie détaillée pour l'utilisation, de laquelle le développement personnel de tout type d'entreprise puisse facilement découler.
- Donner le meilleur traitement possible des capacités d'une entreprise d'un point de vue des systèmes.
- Etre générique à tout type d'entreprise sans se soucier de la complexité de l'industrie et de ses applications.
- Fournir une unification des perspectives pour la production, traitements, développement de l'entreprise et une gestion stratégique.

- Concepts de base

Comme proposé par [Bernus P., 1994], GERAM est un cadre de travail composé de six entités :

- 1- L'Architecture d'Ingénierie de l'Entreprise Générique (GERA), définissant le cycle de vie de l'entreprise.
- 2- Une Méthodologie d'Ingénierie de l'Entreprise Générique (GEEA), permettant de décrire les différents composants à développer pour réaliser l'intégration d'une entreprise.
- 3- Des Outils et Langages de Modélisation pour l'Entreprise Générique (GEMT&L).
- 4- Des Modèles Génériques d'Entreprise (GEMs). Ils sont caractérisés par des concepts communs à toutes les entreprises. Le processus d'ingénierie d'une entreprise peut les utiliser comme composants d'essai pour la construction d'un modèle spécifique à une entreprise.
- 5- Des Modules Génériques d'Entreprise (GMs). Ce sont des implémentations standard de composants pouvant être utilisés dans l'intégration d'une entreprise.
- 6- Des Théories Génériques d'entreprise (GTs), elles décrivant les aspects les plus génériques des concepts apparentés aux entreprises. Elles sont aussi appelées théories d'ontologie et peuvent être considérées comme des méta-modèles.

GERAM est basée sur un modèle graphique matriciel du cycle de vie d'une entreprise, utilisé comme base pour la comparaison et l'évaluation des compétences de chacune des architectures étudiées. Ce modèle a été structuré pour inclure une présentation des capacités et points forts des architectures.

GERAM est en cours de développement. Ses objectifs, spécialement l'unification des grandes méthodes de modélisation actuelles en élargissant leur champ d'application sont prometteurs [Lutherer E., 1996].

II-4. Conclusion

Nous avons présenté les principales méthodes, méthodologies et architecture de référence en évaluant leurs apports et leurs limites.

La diversité des méthodes de modélisations permet le traitement de différents aspects de la conduite.

Chacune de ces méthodes a été développée pour une finalité spécifique ; il est donc possible de répondre aux besoins des utilisateurs suivant les objectifs qui se sont fixés.

Vis-à-vis de notre problématique citée en introduction : amélioration de la conduite de Sidet, il ressort de l'examen des approches existantes que ces dernières permettent de construire des modèles qui ne couvrent qu'un aspect du système de production, alors que les contraintes du marché actuel imposent aux entreprises une vue globale pour maîtriser les fluctuations causées par l'environnement externe du système de production.

Chapitre III : Etude comparative des méthodes de modélisation.

III-1. Introduction

Etant donné la complexité des systèmes économiques, des recherches en conception des systèmes économiques sont actives et prolifiques.

Depuis le milieu des années 70, et plus sensiblement à partir du début des années 80, des formalismes propres au génie automatique ont vu le jour et des langages issus de disciplines connexes comme le génie logiciel ont été adaptés. L'expérience acquise lors de l'utilisation de ces formalismes s'est traduite par la mise en place de nombreuses méthodes, au milieu des années 1980. Tout en continuant à voir apparaître de nouvelles méthodes, le début des années 1990 voit l'essor de la validation des modèles.

Cependant, vu le nombre de techniques disponibles, la comparaison et la sélection de celles qui sont le plus demandées est devenue une tâche difficile. Aussi, la terminologie et les langages de modélisation des modèles de représentation sont des obstacles supplémentaires pour le processus de sélection.

Nous rappelons que la principale préoccupation est l'amélioration de la conduite des systèmes économiques. Notre but est de définir les propriétés prédominantes que doit comporter une méthode d'analyse, afin qu'elle puisse notamment aborder avec efficacité les problèmes liés à la conduite des systèmes de production.

Pour cela, nous avons procédé à une étude comparative des principales méthodes décrites dans le chapitre II.

Afin de positionner et de comparer l'efficacité de ces différentes approches, nous avons développé un ensemble de critères de comparaison.

Notre objectif à ce niveau est double :

- Il s'agit de présenter une comparaison des méthodes d'analyse des systèmes économiques qui nous sont apparues les plus intéressantes vis-à-vis de notre vision de la conduite. Pour chacune d'entre elles, nous nous attacherons à mettre en exergue leurs apports et leurs limites concernant les préoccupations de la conduite des systèmes économiques.
- Sélectionner quelques unes d'entre elles afin d'appliquer leur démarche sur un scénario que nous avons développé. Le but étant de nous inspirer des outils et concepts que présentent les méthodes afin de proposer les principes d'une démarche d'analyse des systèmes économiques en vue d'améliorer leur conduite.

III-2. Critères de comparaison

Cette partie est consacrée au développement des critères de comparaison. Nous avons sélectionné ces critères afin de positionner et de comparer les principales méthodes d'analyses décrites dans le chapitre précédent, les critères sont classés selon deux points de vue (Schéma 19):

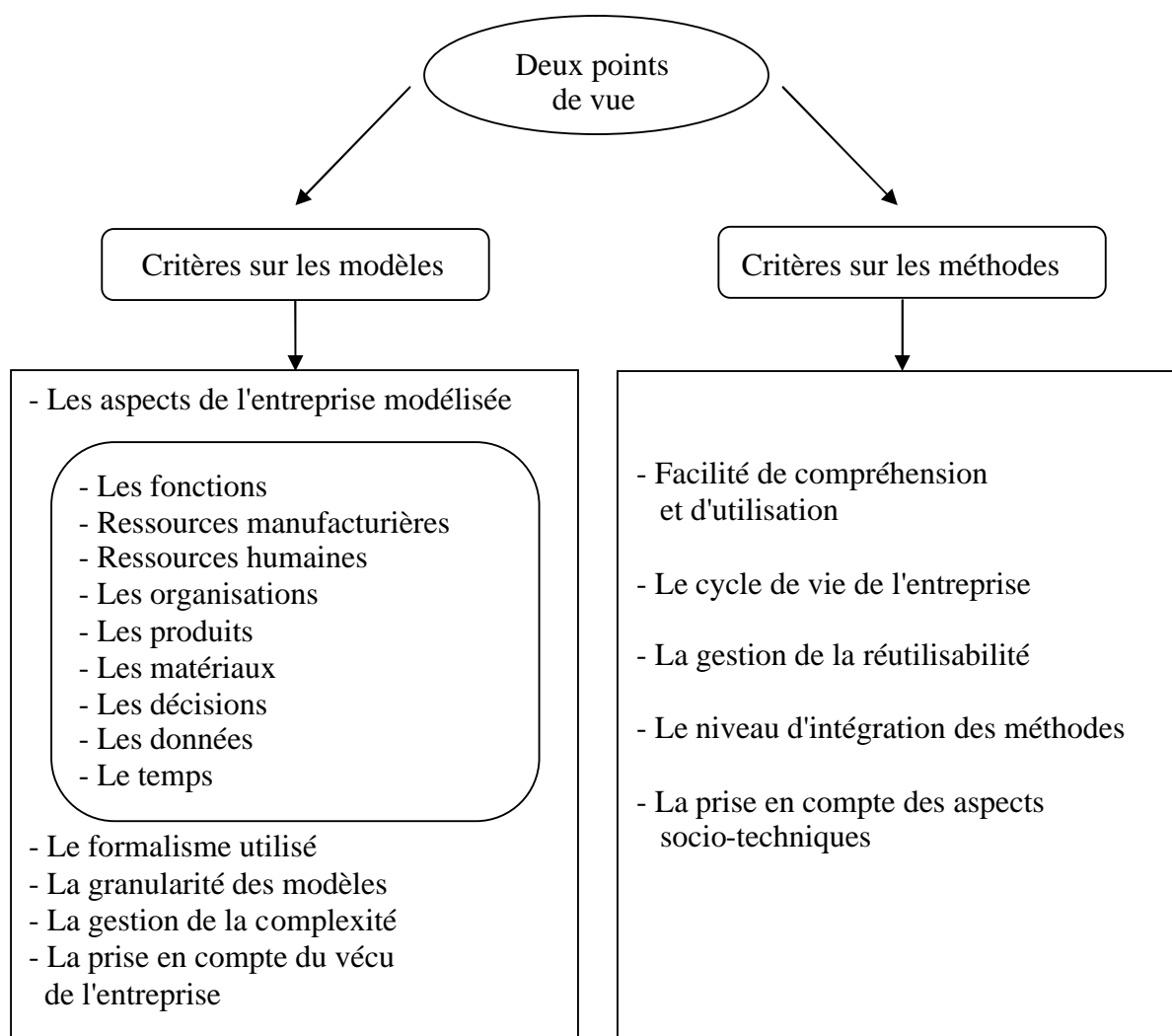


Schéma 19 : Les critères de comparaison des méthodes d'analyse.

III-2-1. Les critères sur les modèles

Ces critères représentent les différents aspects pris en compte lors de la modélisation.

1- Les aspects de l'entreprise modélisée

Ils se traduisent par les critères suivants :

- Les fonctions : Elles sont nécessaires pour la modélisation des tâches et de leur interrelations avec le processus de production.
- Les ressources manufacturières : Elles sont indispensables pour la représentation de leurs propriétés ainsi que leurs performances.
- Les ressources humaines : Pour décrire les aptitudes, les rôles, les responsabilités et le savoir des acteurs humains dans le processus de production.
- Les organisations : Pour la décision : Il est indispensable pour la modélisation des processus de contrôle et de développement des objectifs de la production.
- Les données : Elles sont exigées pour la modélisation des informations qui circulent dans l'entreprise telles que les flux de données entre les différents acteurs et leurs interconnexions avec les fonctions. D'un point de vue économique, ces informations sont nécessaires pour la représentation des coûts et des investissements.
- Le temps: Il est nécessaire pour décrire les propriétés des états et leurs changements dans le temps, ainsi que pour représenter les processus évoluant en parallèle et les influences des uns par rapport aux autres.
- Les produits.
- Les matériaux.

2- Le formalisme utilisé: son type (textuel ou graphique), la clarté des modèles, ses limites de représentation.

3- La granularité des modèles : Il s'agit de la faculté d'une représentation à supporter la modélisation à différents niveaux d'abstraction et de détail.

4- La gestion de la complexité : Il s'agit de la capacité à gérer aussi bien des modèles importants que des modèles simples.

5- La prise en compte du vécu (de l'expérience) de l'entreprise, de la traçabilité.

III-2-2. Les critères sur les méthodes

Ces critères traitent les cinq points de vue suivants :

- 1- La facilité de compréhension et d'utilisation.
- 2- La gestion de la réutilisabilité de la méthode pour l'étude d'autres systèmes.
- 3- Le niveau d'intégration des méthodes employées dans une même méthodologie.
- 4- La prise en compte des aspects socio-techniques de l'entreprise tels que la motivation, la culture de l'entreprise.
- 5- La prise en compte de tout ou partie du cycle de vie de l'entreprise.

III-3. Synthèse de l'étude comparative

Nous allons mettre en exergue les apports et les insuffisances observées pour chacune des méthodes étudiées et cela par rapport aux critères de comparaison définis préalablement.

Nous avons résumé les résultats obtenus, suite à notre étude personnelle, dans les tableaux 3 et 4.

Méthodes Critères	IDEF _x IDEF0, IDEF2, IDEF3	GRAI-GERAM	CIMOSA	PERA
1- Les aspects de l'entreprise modélisée				
Fonctions	Oui	Oui	Oui	Oui
Ressources manufacturières	Partiel, oui, non	Oui, partiel pour GERAM	Oui, vue ressources	Oui
Ressources humaines	Non	Non, Oui	Dépendances hiérarchiques	Oui
Produits	___, Oui, Non		Seulement au travers des données	
Matériaux			Seulement au travers des données	
Organisations	Non	Oui	Non	Oui
Temps	Non	Non	Partiel, au travers des règles de comportement	Oui
Décisions	Non, Partiel, Non	Oui	Partiel, modélisées par des algorithmes	Oui
Données	Non, Partiel, Partiel	Seulement pour GERAM	Oui, vue informationnelle	Oui
2- Formalisme	Graphique	Graphique	Textuel et graphique	Textuel et graphique
3- Granularité	Oui	Oui	Oui	
4- Gestion de la complexité	Oui	Oui	Non	
5- Prise en compte du vécu de l'entreprise	Non	Non	Non	

Tableau 3 : Les critères sur les modèles.

	IDEF _x IDEF0, IDEF2, IDEF3	GRAI- GERAM	CIMOSA	PERA
Facilité de compréhension et d'utilisation	Oui, Non, Non	Oui	Non	Oui
Gestion de la réutilisabilité			Oui, à travers des modèles partiels	
Cycle de vie	Expression des besoins, conception	Expression des besoins, conception	De la définition des besoins jusqu'à l'obsolescence	De la définition des besoins jusqu'à l'obsolescence
Le niveau d'intégration	Méthode simple	Méthodes multiples	Méthodes multiples agrégées	
Aspects socio-techniques	Non	Non	Non	Oui

Tableau 4 : Les critères sur les méthodes.

III-4. Interprétation des résultats

III-4-1. Selon les critères sur les modèles

Le contexte actuel des systèmes économiques fait que les systèmes à concevoir sont de plus en plus complexes. Il est donc nécessaire de faire appel à des méthodes capables d'indiquer un chemin facile à suivre pour bien cerner les problématiques.

Les méthodes doivent ainsi s'appliquer à construire un modèle qui permet d'exprimer une compréhension en profondeur du problème abordé [Daihani D.U., 1994].

a- Le formalisme utilisé

La méthodologie IDEF s'appuie sur le concept d'activité qui est représenté par le diagramme "boîte noire" et d'un ensemble de flèches. Cette approche se base sur les principes de modularité et de hiérarchisation. Elle commence par déterminer l'activité globale et abstraite. Puis, elle la décompose en un ensemble d'activités, chacune pouvant avoir une autre structure.

La méthodologie GRAI utilise également le langage graphique et se rapproche de la méthode IDEF0, notamment en ce qui concerne le réseau GRAI qui est basé sur le concept d'activité. Grâce à sa composition des activités en activités de décision et d'exécution, la méthode GRAI identifie les structures fonctionnelle, décisionnelle et informationnelle du système de production. L'avantage de la méthode GRAI par rapport aux diagrammes fonctionnels de IDEF0 est qu'elle repose sur la grille GRAI par rapport aux diagrammes fonctionnels de IDEF0. Cette dernière représente l'ensemble des l'activités décisionnelles et informationnelles selon un horizon et une période de temps. Toutefois, nous pouvons regretter la complexité des réseaux GRAI, en particulier lorsqu'il s'agit d'analyser et de présenter plusieurs activités à la fois. Cela est la conséquence du fait que le réseau GRAI soit construit de manière hiérarchique mais pas modulaire.

La méthodologie CIMOSA se veut la plus exhaustive concernant la modélisation d'un système de production en lui fournissant un support tout le long de son cycle de vie. A cet effet, le formalisme qu'elle utilise présente de nombreux inconvénients, nous pouvons citer parmi les plus significatifs :

- La lourdeur du formalisme de description à base de formulaire.
- La représentation textuelle préconisée pendant l'analyse comportementale ne permettant pas de visualiser facilement le comportement d'un processus.

Concernant l'architecture de référence PERA, elle représente les tâches du système d'information, de production et celles effectuées par l'être humain. Son schéma de représentation des tâches est similaire à celui utilisé par la méthode IDEF0. Il comporte des entrées prenant en compte le temps, des paramètres de validation, des processus de transformation, des sorties et des entités de stockage.

b- Les aspects de l'entreprise modélisée

Nous pouvons les résumer suivant quatre aspects fondamentaux :

- La vue fonction, décrivant l'enchaînement des opérations de la gestion de production.
- La vue ressources, décrivant le système opérationnel du système de production.
- La vue information, spécifiant les informations manipulées par le système de gestion de production.
- La vue décision, regroupant les responsabilités et les centres de décision de la gestion de production.

- La vue fonction

Toutes les méthodologies fournissent une représentation pour les fonctions décrivant l'enchaînement des opérations de la gestion de production. Les méthodes IDEF0, GRAI et PERA traitent uniquement les aspects statiques d'un système, l'évolution dans le temps et l'exécution concurrente des différentes activités n'est pas modélisée.

- La vue ressources

Les ressources sont représentées par la majorité des méthodes. Seules GIM et PERA prennent en compte les ressources humaines, la méthodologie CIMOSA ne considérant que les dépendances hiérarchiques.

- La vue information :

La méthodologie CIMOSA fournit une riche collection d'outils pour modéliser le système d'information, notamment dans la vue informationnelle de son cadre de modélisation.

La représentation de l'information dans la méthodologie GRAI aux niveaux conceptuel et organisationnel reprend respectivement les modèles conceptuels de données et modèles logiques de données de la méthode MERISE.

Par contre, la méthode IDEF0 ne distingue pas les différents flux entrant et sortant d'une activité (matière, information, décision) : cela provoque une confusion lors de l'interprétation des modèles obtenus et cela peut générer des erreurs d'analyse. IDEF2 et IDEF3 représentent les flux d'informations au travers d'un modèle de flux d'entités.

Enfin, l'architecture PERA accorde une grande importance aux informations circulant dans un système de production. Elle les représente grâce au courant informationnel de son paradigme de modélisation.

- La vue décision

La méthode GRAI porte une attention particulière au système de décision. Le modèle conceptuel GRAI décrit le système de décision comme une structure hiérarchisée des centres de décision. L'un de ses points forts est qu'elle permet d'identifier les activités des centres de décision et de les situer les uns par rapport aux autres. Chaque centre de décision est caractérisé par son objectif, et ses activités ont également leur propre objectif qui concourt à satisfaire les objectifs globaux du centre de décision. Ainsi, la notion de conduite du système de production est bien décrite.

Nous pouvons reprocher à ce type de représentation son manque de précision en ce qui concerne la relation décisionnelle entre les différentes fonctions d'un même niveau hiérarchique du système de gestion de production pris dans le sens large.

Concernant les grilles GRAI, nous avons observé que leur représentation des niveaux hiérarchiques suivant un horizon et une période de temps n'était pas généralisable à certaines organisations. En effet, un critère portant sur la globalité et sur les effets de la décision doit être retenu.

Le reste des méthodes modélise les activités de prise de décision comme faisant partie de la gestion du système de production.

c- La prise en compte du vécu de l'entreprise

Aucune méthode étudiée ne possède des moyens ou techniques afin de prendre en compte l'expérience antérieure de l'entreprise. Ces informations sont considérées comme faisant partie de leurs systèmes d'information de manière sous-entendue.

III-4-2. Selon les critères sur les méthodes

a- Facilité de compréhension et d'utilisation

Une bonne analyse conditionne le succès futur de la solution proposée. Une méthode doit d'une part proposer une démarche systématique récapitulant les étapes à réaliser et d'autre part fournir des moyens simples et faciles à utiliser.

Les méthodes IDEF0, GRAI et PERA, grâce à leur formalisme graphique et leur démarche structurée sont plus faciles à utiliser que les méthodes IDEF2, IDEF3 et CIMOSA. La méthodologie CIMOSA possède des méta-modèles pouvant être complexes et parfois ambigus. Aussi, compte tenu de son grand degré de formalité, elle est rejetée par les analystes non-informaticiens.

b- Le cycle de vie

La plupart des méthodologies s'orientent vers le concept du cycle de vie, mais souvent, ces méthodologies ne couvrent que quelques parties de ce cycle. Le tableau 5 montre une couverture similaire des phases (besoins, conception et implémentation) pour toutes les méthodologies.

	IDEF	GRAI- GERAM	CIMOSA	PERA
L'identification du système	Non	Non	Non	Oui
L'expression des besoins	Oui	Oui	Oui	Oui
La conception du système	Oui	Oui	Oui	Oui
La description de l'implémentation	Non	Oui	Oui	Oui
L'exploitation		Non		Oui
La modification du système / la maintenance		Non	Oui	Non

Tableau 5 : Les différentes phases du cycle de vie de l'entreprise.

Seule PERA couvre la phase de la plus élevée qui consiste à identifier les entités de la production et la définition de leur politique de gestion. Cette phase est supposée être considérée par la gestion de l'entreprise pour toutes les autres méthodologies.

La phase d'exploitation est explicitement définie uniquement par PERA.

c- La gestion de la réutilisabilité

Seule la méthodologie CIMOSA a la possibilité de réutiliser des applications et des blocs de constructions génériques.

d- Le niveau d'intégration

- La méthodologie GRAI utilise des méthodes multiples; elle est composée de plusieurs méthodes simples.
- Une méthode simple est basée sur un unique formalisme de modélisation, comme par exemple les méthodes IDEF0, 1, 2, 3, GRAI.
- La méthodologie CIMOSA utilise plusieurs méthodes agrégées, c'est-à-dire composées de deux ou plusieurs formalismes de modélisation unifiés.

e- Les aspects sociotechniques

Seule PERA établit les bases de traitement des fonctions mises en œuvre par l'acteur humain dans le processus de modélisation des entreprises.

III-5. Conclusion

Dans ce chapitre, nous avons réalisé une étude comparative des méthodes d'analyse et de modélisation des systèmes de production. Nous avons développé un ensemble de critères de comparaison. Puis nous avons illustré les résultats de cette étude dans deux tableaux récapitulatifs.

Cette étude nous a permis de faire différents constats, notamment :

Concernant la méthodologie CIMOSA

- La méthodologie CIMOSA est complexe et vaste. Certains de ses aspects restent à valider [Vernadat F., 1999].
- CIMOSA est utilisé par des analystes informaticiens de culture ou ayant de bonnes connaissances dans le domaine de l'informatique.
- Cette méthodologie possède un formalisme lourd.
 - Elle couvre une grande partie du cycle de vie d'une entreprise.
 - Les méthodologies GRAI et CIMOSA considèrent l'être humain comme une ressource en termes de besoins et d'aptitudes physiques. Les notions de relations humaines, degré de l'évaluation des performances du personnel ne sont pas traitées.

Concernant la méthodologie GRAI

- Le laboratoire GRAI en réalisant GRAI a développé plusieurs outils et techniques pour une large gamme d'utilisation dans le domaine de l'intégration des entreprises. Nous pouvons citer : les grilles GRAI, les réseaux GRAI, ECOGRAI.
- Il a aidé à la diffusion et à l'utilisation d'autres outils et techniques développés par les autres chercheurs comme la méthode MERISE, les réseaux de Petri.
- GRAI est l'intermédiaire entre les méthodes CIMOSA et PERA en terme de degré de formalité impliqué et utilisé. En conséquence, elle a été vite adoptée par des analystes non-informaticiens.

- GRAI est la seule méthode qui traite au mieux le système de décision d'un système de production. Le développement de GIM a complété la méthode GRAI du point de vue traitement du système d'information.

Concernant l'architecture PERA

- La décomposition de la vue implémentation de PERA en un système d'information, humain et organisationnel lui a permis d'entreprendre une discussion intense sur tous les aspects humains considérés dans une entreprise et qui doivent être pris en compte lors de la modélisation.

- PERA se veut générale afin d'être appliquée à tous les types d'entreprises sans se soucier du domaine de l'industrie impliquée.

Concernant la méthodologie IDEF

- Nous avons constaté que le formalisme et le concept d'activité préconisé par la méthode IDEF0 a été repris par plusieurs méthodologies. C'est son efficacité et sa représentation simple qui l'a rendu populaire dans l'univers de la conception des systèmes de production.

Concernant toutes les méthodes

- La majorité des méthodes n'aborde pas la phase d'exploitation du système de conduite.

- Les méthodes donnent une vue simplifiée des inter-relations de l'entreprise avec ses partenaires.

- La notion d'acteur, de comportement d'acteur est absente.

- Les méthodes s'intéressent principalement à des décisions programmables ou fortement structurées. De ce fait, elles ne peuvent s'appliquer généralement dans un contexte perturbé.

Enfin, il est intéressant de noter les perspectives de développement des méthodologies selon la vue de [Williams T.J., 1994]:

- Il faut éclaircir et développer la description de l'utilisation du cadre de modélisation de CIMOSA de manière à traiter les systèmes organisationnels et humains d'une entreprise.

- Considérer les aspects humains pris en compte dans un système de production pour les méthodes GRAI et CIMOSA.

- Il est prévu une combinaison des trois méthodologies GRAI, CIMOSA et PERA afin de développer une méthodologie de modélisation exhaustive. Williams T.J. donne quelques pistes et recommandations pour atteindre cet objectif, notamment :

- Utiliser la structure de PERA pour guider l'ensemble du programme de modélisation, étant donné qu'elle paraît une des plus aisées et déjà acceptée par des non-informaticiens.

- Utiliser le cadre de modélisation de CIMOSA en supplément des flux de données, matériaux, et de la méthode d'analyse de PERA.

- Appliquer dans le niveau de spécification ou dans la vue fonctionnelle les grilles GRAI, réseaux GRAI et adopter le formalisme de l'infrastructure intégrante CIMOSA pour la phase de conception.

- Utiliser le formalisme préconisé par PERA pour la modélisation des activités et processus qui font intervenir les êtres humains.

Après avoir étudié les méthodes d'analyse les plus répandues ces dernières années, nous avons constaté que les méthodes GRAI, CIMOSA et PERA se rapprochent le plus de notre vision d'une méthode d'analyse. En effet, ces méthodes présentent l'avantage de traiter plusieurs aspects de la conduite, notamment les systèmes de décision et d'information. Elles possèdent une riche collection d'outils et de concepts. Elles font l'objet de nombreux travaux et publications scientifiques. La plupart ayant déjà été appliqué dans des cas industriels.

Chapitre IV : Modélisation des aspects fonctionnels.

IV-1. Introduction

Le but premier de toute entreprise est de produire ou d'offrir un service, donc de faire. Suivant son orientation, celle-ci produira des biens manufacturés ou des services. Pour des raisons évidentes, elle cherchera à produire de la manière la plus efficace et la plus rentable qui soit.

La globalisation des marchés impose en plus à certaines d'entre elles de s'allier avec d'autres entreprises de manière à former un réseau d'entreprises afin de fournir un service ou des produits qu'elles ne pourraient fournir seules ou à un coût concurrentiel. On parle alors d'entreprise étendue (c'est le cas du Consortium Airbus) ou d'entreprise virtuelle (par exemple, une alliance à durée déterminée d'entreprises pour la construction d'un pont ou d'un tunnel).

L'analyse des aspects fonctionnels cherche donc à décrire ce que fait l'entreprise en termes de tâches à exécuter ou de fonctions. On peut distinguer la fonctionnalité de l'entreprise, c'est-à-dire les tâches, et le comportement de l'entreprise, c'est-à-dire dans quel ordre sont exécutées les tâches. Une fois ces aspects décrits, on peut s'intéresser aux aspects dynamiques du comportement de l'entreprise en prenant en compte le temps et la disponibilité des ressources.

IV-2. Modélisation de l'activité : SADT/IDEF0

Une des techniques les plus connues de modélisation des activités est IDEF0, elle-même issue de la méthode SADT.

IDEF0 et SADT sont avant tout des langages de communication d'idées et utilisent donc une syntaxe simple. Celle-ci repose sur deux primitives graphiques : les *boîtes* (représentant les activités) et les *flèches* (représentant les relations entre activités). Un diagramme IDEF0 ou SADT (ou modèle SADT) est un ensemble de fonctions connectées par des flèches.

Cette méthode d'analyse fonctionnelle et hiérarchique a été utilisée pour décrire des logiciels, des systèmes complexes ou des organisations dans de nombreux domaines tels que la productique, les transports, l'aéronautique ou l'éducation.

IV-2-1. L'activité dans SADT/IDEF0 [Daihani D.U., 1994]

Une activité peut être vue comme une fonction qui transforme des objets d'entrée en objets de sortie. Si nécessaire, cette fonction peut être décomposée en fonction plus élémentaires.

L'interprétation de l'activité en IDEF0 ou SADT est la suivante : Une activité consomme des entrées (*input I*) pour produire des sorties (*output O*) à partir de directives de contrôle (*contrôle C*) en s'appuyant sur les potentialités des mécanismes (*mechanism M*). Le nom de boîte ICOM a ainsi été donné à la représentation de l'activité SADT ou IDEF0 (Schéma 20).

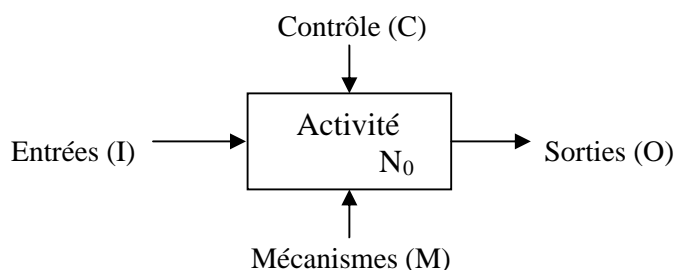


Schéma 20 : Activité SADT.

La sémantique associée aux entrées/sorties est la suivante :

- Les entrées représentent les objets à traiter ou qui vont subir une transformation (flèches entrantes par la gauche). Ces objets peuvent être des données (fichiers, documents...) ou des matières (matières premières, produits...) ;
- Les entrées de contrôle sont des informations (directives, procédures, règles, contraintes, etc...) qui contraignent l'exécution de l'activité mais ne sont pas modifiées par l'activité (flèches sortantes par le haut) ;
- Les sorties représentent les objets (données, matières ou ressources) produits ou modifiés par l'activité (flèches sortantes par la droite) ;
- Les mécanismes représentent les moyens (ressources humaines ou ressources matérielles) nécessaires à l'exécution de l'activité (flèches entrantes par le bas).

Ces entrées/sorties forment ce qu'il est convenu d'appeler l'interface de la boîte ICOM.

L'identification des activités doit obligatoirement être un verbe, éventuellement suivi d'un complément d'objet (pour suggérer une action), alors que celle des entrées/sorties doit être un nom (représentant des entités).

IV-2-2. Interconnectivité des activités

L'interconnectivité des activités est matérialisée par des flèches orientées. Celles-ci peuvent représenter des flux de données, des flux de matières ou l'utilisation de ressources.

Le principe d'interconnectivité des activités SADT/IDEF0 est illustré par le schéma 21.

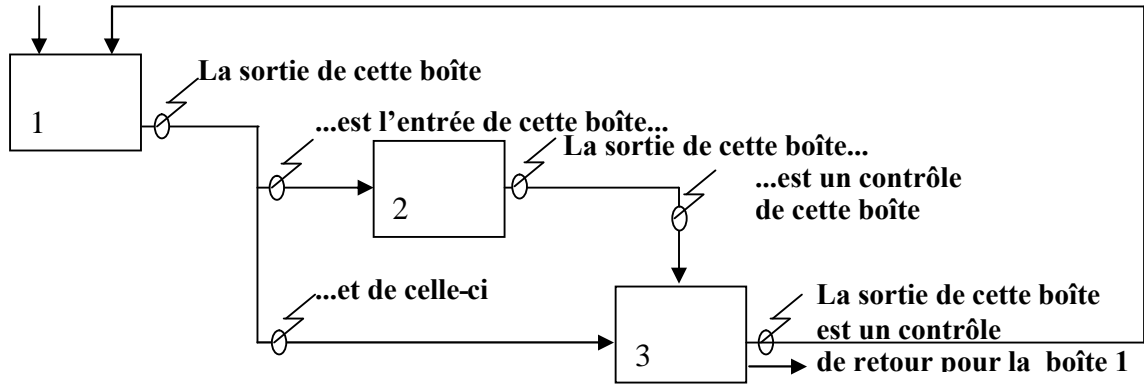


Schéma 21 : Principe d'interconnectivité des activités de SADT/IDEF0.

[Doumeingts G., 2001]

- *Types de connectivité* : Les types de connectivité entre activités sont définis par les types de flèches donnés par le schéma 22. Pour un même type d'objet, les flux d'objets peuvent être unidirectionnels, bidirectionnels, convergents ou divergents. Dans le cas de flux faisant intervenir différents types d'objet (notés A, B ou C dans le schéma 22), on peut avoir composition (combinaison de A et B pour donner un nouveau flux C), décomposition (le flux C se sépare en deux flux distincts A et B), union (deux flux A et B convergent pour donner un flux contenant soit des objets de type A, soit de type B) ou désunion (un flux contenant A ou B donne soit un flux A, soit un flux B).

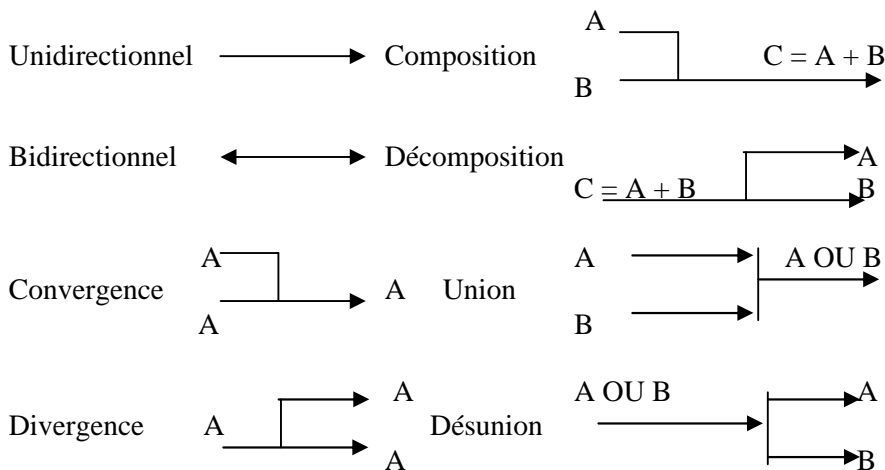
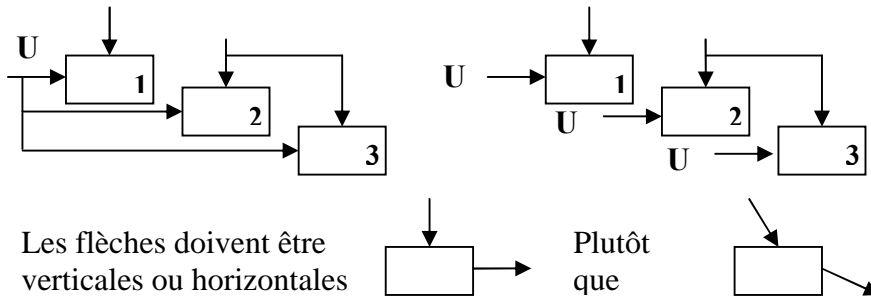
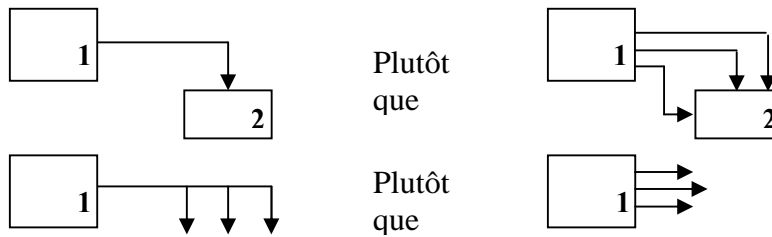


Schéma 22 : Type de connectivité en SADT/IDEF0.

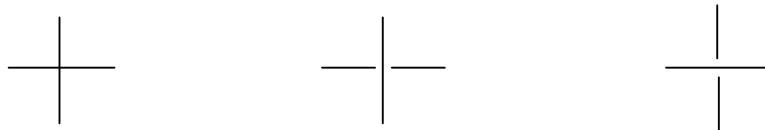
- *Règles d'utilisation* : Ces types de connectivité doivent obéir aux règles d'édition édictées par le schéma 23, pour l'élaboration des diagrammes SADT ou IDEF0.



Les flèches ayant la même source et le même destinataire sont fusionnées, si le contenu est cohérent.



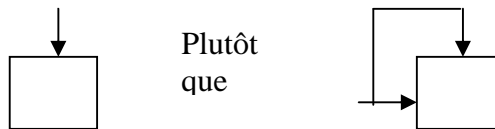
Croisements de flèches autorisés (si absolument nécessaire) :



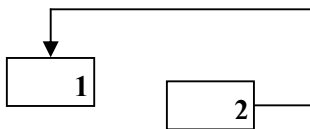
Croisements non autorisés :



Quand une flèche sert d'entrée et de contrôle, on l'indique comme contrôle



Les boucles de retour se font par le haut



Les retours vers l'entrée se font par le bas

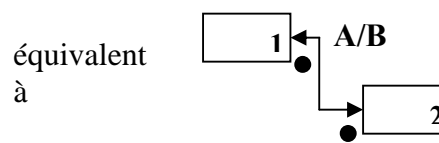
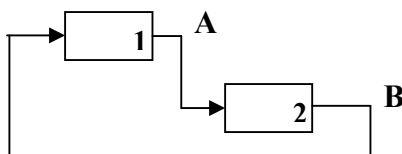
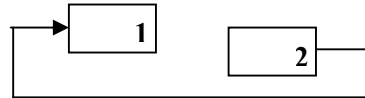


Schéma 23 : Règles d'utilisation des connectivités en SADT/IDEF0.

IV-2-3. Principe de décomposition fonctionnelle

SADT et IDEF0 s'appuient sur une représentation simple et lisible, répondant à une approche hiérarchique et structurée qui favorise la communication au sein d'une équipe de travail. Ce principe, appelé principe de décomposition fonctionnelle, est illustré par le schéma 24.

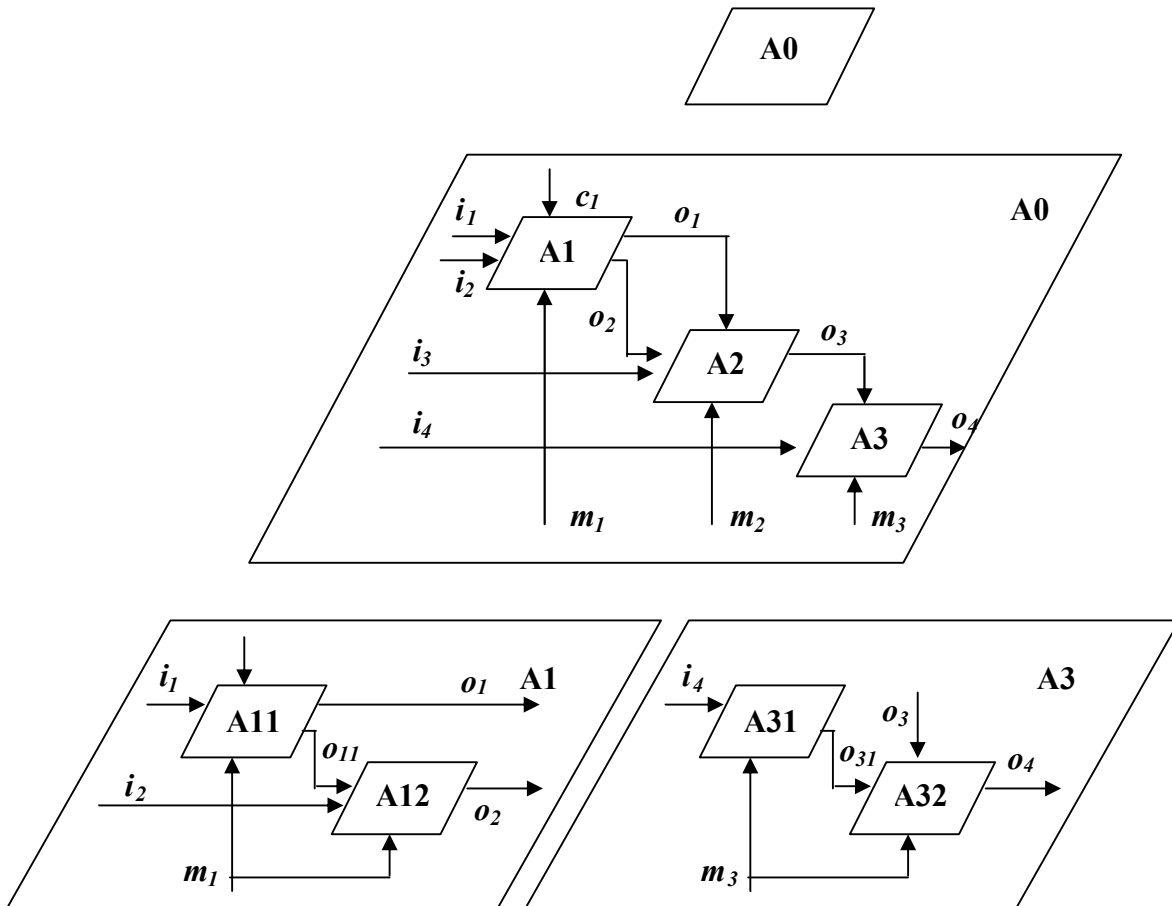


Schéma 24 : Règles d'utilisation des connectivités en SADT/IDEF0.

Le plus haut niveau est toujours nommé niveau A0. Il représente le système dans sa globalité. Ce niveau A0 est décomposé en activités (ou fonctions) de niveau 1, notées A1, A2, A3, etc. Les interfaces ICOM de chacune de ces activités sont représentées et interconnectées de manière à former un diagramme A0. Chacune des activités d'un diagramme de niveau n peut ensuite être décomposée en activités de niveau inférieur ($n+1$). Par exemple, une activité A1 du niveau 1 peut être décomposée en deux activités plus élémentaires de niveau 2, A11 et A12.

La décomposition s'arrête lorsque le niveau de détail atteint est jugé suffisant pour l'application.

Il existe trois règles importantes de la méthode à respecter :

- La numérotation des activités doit refléter la décomposition hiérarchique (ainsi, une activité A115 sera obligatoirement une composante de niveau 3 de l'activité A11 de niveau 2, elle-même composante de l'activité A1 de niveau 1).
- Chaque diagramme représentant la décomposition d'une activité doit contenir au moins trois et au plus six activités de niveau inférieur. Cette règle vise à avoir suffisamment d'informations sans en accumuler trop. Le diagramme se lit de gauche à droite et de haut en bas. Les activités seront donc disposées interconnectées. Un tel diagramme est appelé une *page* du modèle.
- Il est fondamental que les entrées et sorties d'un niveau inférieur ($n + 1$) d'une activité de niveau n correspondent aux entrées et sorties identifiées pour cette activité au niveau n (règle de cohérence des diagrammes).

Une fois complet, un modèle SADT ou IDEF0 est donc formé d'une liasse de pages (A0, A1, A2, ..., A11, A12, ...) organisées hiérarchiquement suivant la structure du schéma 24.

Un niveau A0 est quelquefois utilisé pour décrire le contexte du système et son interaction avec d'autres systèmes.

IV-2-4. Construction d'un modèle SADT/IDEF0

La construction d'un modèle SADT ou IDEF0 fait intervenir les étapes suivantes :

a) Identification des activités : Celles-ci sont représentées par des boîtes et placées sur la première diagonale du diagramme.

b) Ajout des entrées/sorties : Pour chaque activité du diagramme, on indique les entrées/sorties consommées ou produits comme indiqué par le schéma 25.

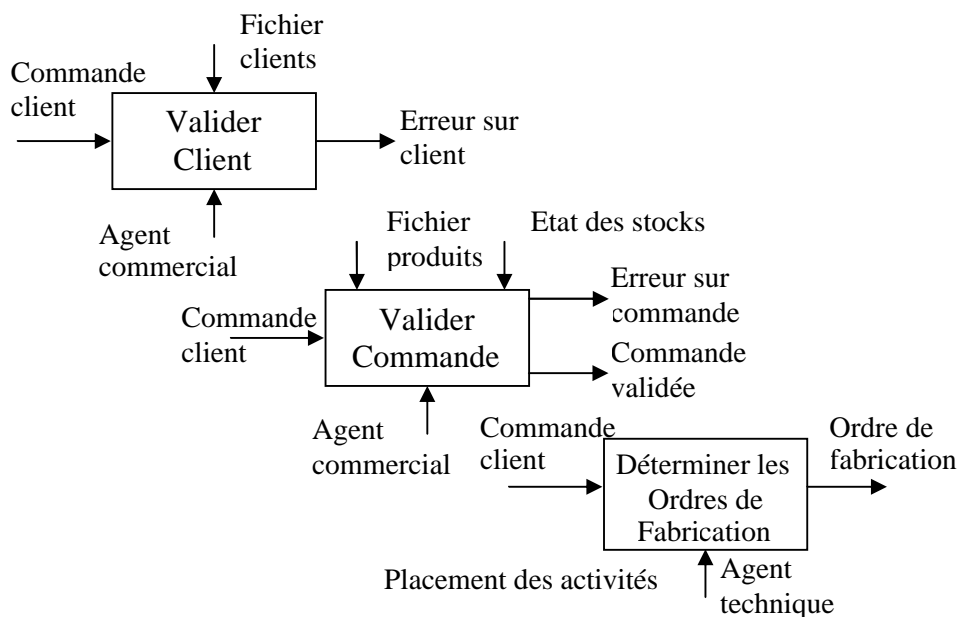


Schéma 25 : Indication des entrées/sorties.

c) **Ajout des contrôles, mécanismes et connectivités** : Pour compléter le diagramme, il convient d'ajouter les objets de contrôle (comme les contraintes), les ressources et les mécanismes et de connecter les interfaces d'activité entre elles. Le schéma 26 donne le diagramme complet du processus.

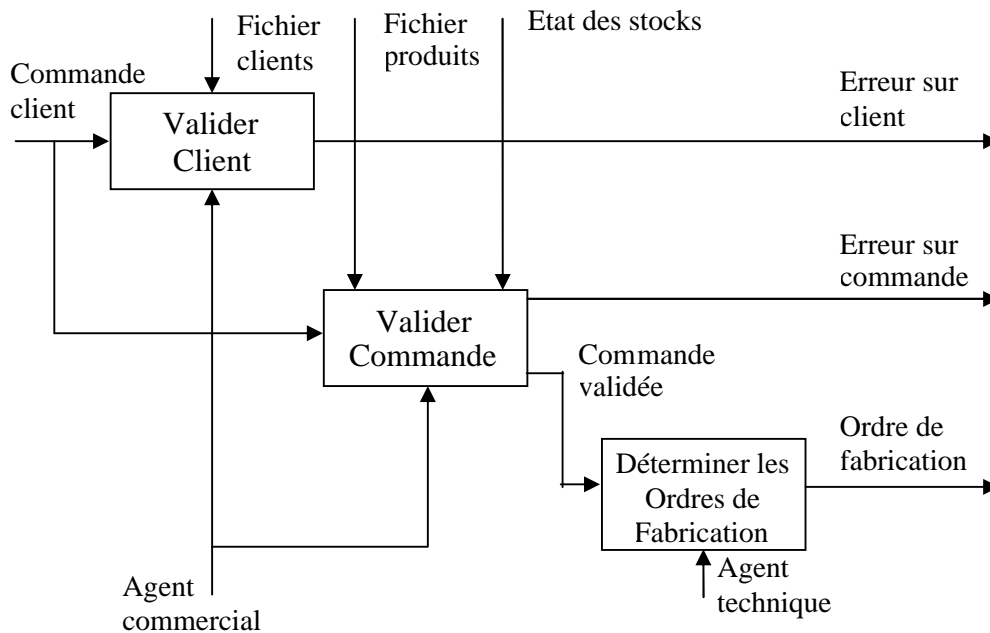


Schéma 26 : Connexions des entrées/sorties. [Doumeingts G., 2001]

IV-2-5. Approche descendante et approche ascendante

Il est d'usage d'opposer deux types d'analyse fonctionnelle / l'approche descendante et l'approche ascendante.

- **Approche descendante** : Il s'agit de partir du niveau A0, de décomposer le système en sous-systèmes de premier niveau, d'établir le diagramme de ce niveau, puis de décomposer à nouveau chaque sous-système en sous-systèmes de niveau inférieur, et ainsi de suite.
- **Approche ascendante** : Il s'agit de partir des activités, de les décrire, puis de les organiser en diagrammes SADT au niveau de détail le plus bas. Au niveau supérieur, ces diagrammes deviennent des activités agrégées, elles-mêmes agrégées en activités de plus haut niveau. Et ainsi de suite, jusqu'à agréger l'ensemble en une seule activité globale donnant le niveau A0. Enfin, il faut numéroter les activités suivant la décomposition fonctionnelle obtenue.

L'opposition de ces deux types d'approche est un débat que l'on retrouve classiquement pour l'ensemble des approches de modélisation fonctionnelle. Aucune des deux n'est meilleure que l'autre. En pratique, on est amené à utiliser les deux suivant le cas à résoudre. Disons simplement que s'il faut analyser un système avec peu d'informations disponibles au départ (cas de la genèse d'un système, par exemple) on utilise plutôt une approche descendante. S'il faut analyser un système dont on connaît bien les modules de base (modélisation d'un existant), il est préférable d'utiliser l'approche ascendante. Cependant, dans les deux cas, des allers-retours entre analyse descendante et analyse ascendante seront nécessaires dans le cycle de développement.

IV-3. Modélisation des processus opérationnels

La méthode IDEF3 [Mayer R.J., 1992] a été proposée en 1992 pour palier aux carences d'IDEF0 en matière de modélisation du comportement de l'entreprise, c'est-à-dire des flux de contrôle. C'est une méthode qui se limite à la saisie et la description des processus opérationnels d'entreprise en utilisant une notation graphique simple pour permettre le dialogue entre les utilisateurs. Tout comme IDEF0, IDEF3 est très utilisée dans l'industrie, particulièrement en Amérique du Nord.

IDEF3 modélise les processus sous forme d'un enchaînement d'étapes, appelées *unités de comportement* ou UDC (en anglais, *units of behaviour* ou UOB), connectées par des *boîtes de jonction et des liens* (Schéma 27). Une telle représentation forme un diagramme appelé *description de flux de contrôle du processus* (en anglais, « Process Flow Description Diagram »).

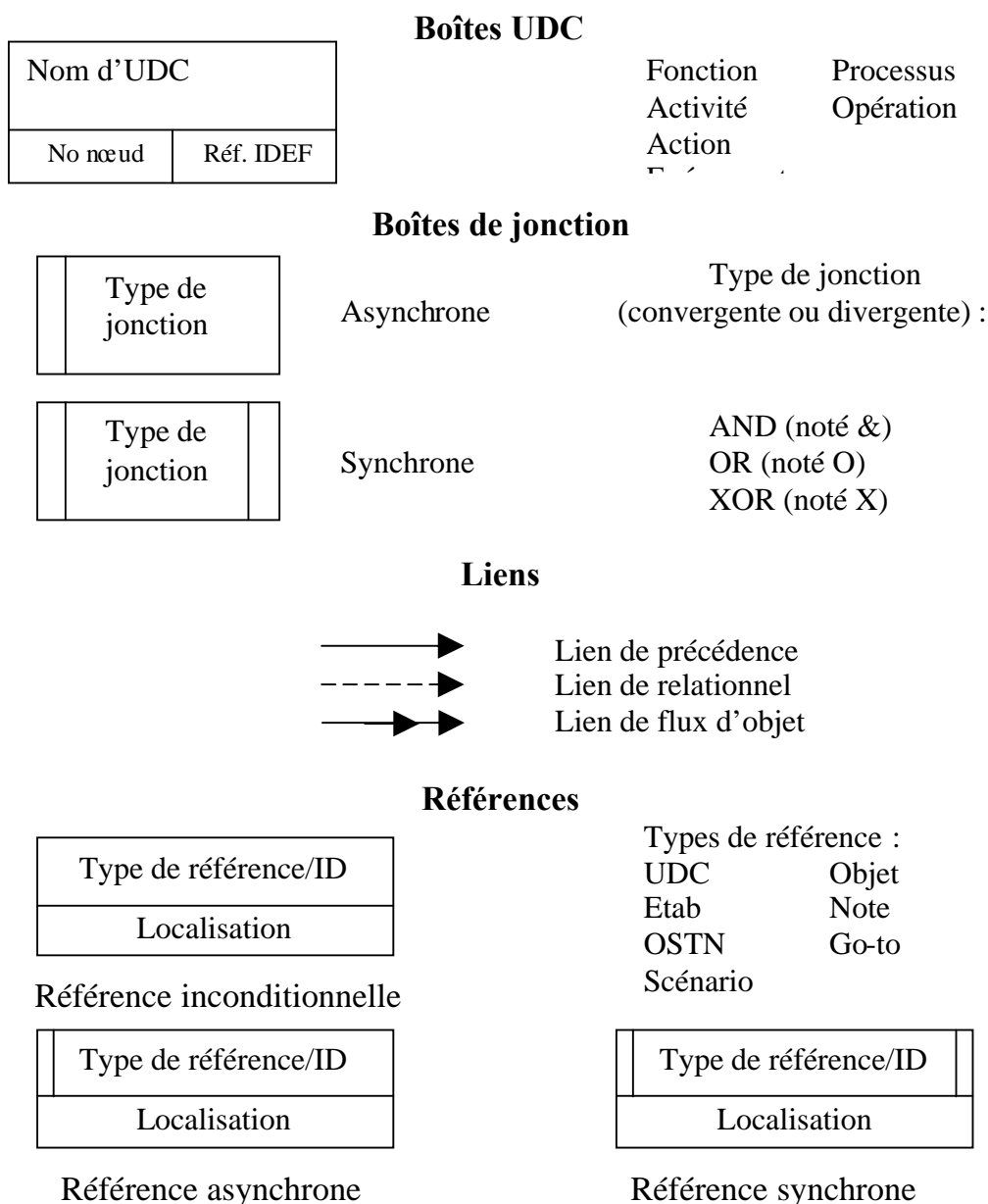


Schéma 27 : Eléments du langage IDEF3.

Aux diagrammes de flux de contrôle des processus, on peut également adjoindre des diagrammes de transitions d'états des objets manipulés dans les étapes des processus. Ces diagrammes sont des graphes nommés OSTN (signifiant « Objet State Transition Network diagrams » en anglais). Les nœuds de ces diagrammes sont des états d'objet représentés par des cercles (par exemple, *pièce dans l'état 1, pièce dans l'état 2, pièce dans l'état 3, ...*). Les nœuds sont connectés par des flèches étiquetées par une ou plusieurs UDC (c'est-à-dire les actions faisant passer l'objet d'un état à un autre).

IV-3-1. Unités de comportement (UDC)

Une unité de comportement est une étape dans un processus. Elle représente « tout ce qui peut se produire » dans un système. Elle est symbolisée par une boîte rectangulaire portant un nom (Nom d'UDC) et un numéro (N° de nœud) indiquant la position de l'UDC dans la décomposition hiérarchique du processus. Elle permet de représenter un processus, un sous-processus ou encore une activité. En fait, l'UDC sert à représenter tout élément de type fonctionnel (processus, activité, action, opération ou événement).

Exemple : *recevoir les pièces, assembler les pièces, contrôler le produit final* sont des activités qui peuvent être représentées comme des UDC dans un processus manufacturier.

Tout comme l'activité d'IDEF0, l'UDC d'IDEF3 est sujette à décomposition fonctionnelle si celle-ci doit être analysée à plusieurs niveaux de détail. On utilisera avantageusement ce principe pour simplifier la représentation des processus en limitant le nombre d'étapes pour un niveau donnée de détail.

Dans le cas où l'UDC représente une étape élémentaire d'un processus, c'est-à-dire qu'elle ne sera pas décomposée et correspond donc à une activité, on la décrit par une activité IDEF0 (dont la référence est donnée par le champ « Réf. IDEF » de la boîte de l'UDC). On peut ainsi préciser les entrées, les sorties, les contrôles et les mécanismes de l'UDC.

De plus, chaque UDC peut être documentée au moyen d'une fiche descriptive indiquant, entre autres, ses conditions de déclenchement (pré-conditions), sa finalité, les contraintes applicables, son responsable ou un scénario de fonctionnement.

Les UDC sont reliées entre elles au moyen de flèches, représentant des liens, et de boîtes de jonctions de manière à former un diagramme représentant la structure de chaque processus.

IV-3-2. Les boîtes de fonctions

Les boîtes de jonction sont des connecteurs logiques entre UDC servant à modéliser les flux de contrôle des processus. Elles peuvent être utilisées dans des structures convergentes pour représenter le fait que les flux de contrôle se rencontrent ou se séparent.

Elles peuvent également être utilisées en mode synchrone ou asynchrone suivant que l'on doit représenter des flux d'UDC démarrant ou finissant au même instant ou non.

Il existe trois types de boîtes de jonction dans IDEF3 :

- Le *connecteur* AND (noté &) : Il indique que tous les flux entrants (respectivement sortants) de la boîte de jonction doivent être pris en compte.
- Le *connecteur* OR (noté O) : Il indique qu'un, plusieurs ou tous les flux entrants (respectivement sortants) de la boîte de jonction doivent être pris en compte.
- Le *connecteur* XOR (noté X) : Il indique qu'un seul flux parmi tous les flux entrants (respectivement sortants) indiqués doit être pris en compte.

L'ensemble de toutes les possibilités d'utilisation des boîtes de jonction se réduit à dix structures essentielles permettant de modéliser les flux de contrôle des processus, chacune ayant sa représentation et sa sémantique propres, comme le résume le tableau 6.


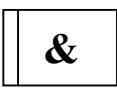
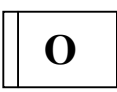
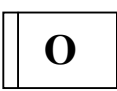
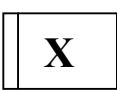
Type	Type de synchronisation	Symbole	Type de jonction	Description
AND	Asynchrone		Converg.	Toutes les tâches en amont s'achèvent
			Diverg.	Toutes les tâches en aval commencent
	Synchrone		Converg.	Toutes les tâches en amont s'achèvent simultanément
			Diverg.	Toutes les tâches en aval commencent simultanément
OR	Asynchrone		Converg.	Une ou plusieurs tâches en amont s'achèvent
			Diverg.	Une ou plusieurs tâches en aval commencent
	Synchrone		Converg.	Une ou plusieurs tâches en amont s'achèvent simultanément
			Diverg.	Une ou plusieurs tâches en aval commencent simultanément
XOR			Converg.	Une seule tâche en amont va s'achever
			Diverg.	Une seule tâche en aval va commencer

Tableau 6 : Boîtes de jonction IDEF3. [Vernadat F., 2001]

IV-3-3. Les liens

Il existe trois types de liens permettant de relier les UDC et les boîtes de jonction entre elles (Schéma 27).

- Le *lien de précedence* : Représenté par une flèche en trait plein, il indique le sens du flux de contrôle entre deux éléments du diagramme. Il indique une précedence temporelle.

- Le *lien rationnel* : Représenté par une flèche en pointillés, il indique un échange ou une communication entre deux UDC. Il n'a pas de sémantique pré-définie et sa signification lui est donnée par l'utilisateur.
- Le *lien de flux d'objet* : Représenté par une flèche à double tête, il se distingue du flux de contrôle et indique un flux d'objet vers une UDC ou sortant d'une UDC.

IV-3-4. Les références

Il s'agit d'un terme propre à IDEF3 pour permettre de faire référence à une partie du modèle (ou à un autre modèle). Une référence peut représenter une note, un scénario ou un schéma de données (sous forme d'un diagramme d'états d'objet noté OSTN). Elle sert surtout à construire des renvois ou retour-arrière (boucles Go-to ou Aller à) en pointant sur une structure du modèle (UDC ou boîte de jonction).

La référence bénéficie de sa représentation propre, soit comme référence inconditionnelle, soit en mode synchrone ou soit en mode asynchrone.

Son identification se compose d'un type de référence (un des types indiqués par le schéma 27) suivi de l'identification (ID) d'une UDC, d'une boîte de jonction, d'un objet, d'un OSTN ou d'un scénario auquel il fait référence. Un champ de localisation est ajouté au bas de la boîte pour indiquer le numéro de diagramme et le numéro d'élément (séparés par « / ») permettant de localiser l'élément référencé.

La référence inconditionnelle s'applique aux UDC en boîtes de jonction et indique un transfert de contrôle immédiat.

Le schéma 28, montre comment construire une boucle en utilisant une référence Go-to. Cette portion de processus se compose de trois activités, *Activité 1*, *Activité 2* et *Activité 3*. *Activité 1* précède *Activité 2*, qui est suivie d'un connecteur XOR à deux choix. Dans un cas, on va sur la référence *Go-to/Activité 1* qui renvoie le contrôle sur *Activité 1* créant ainsi un cycle. Dans l'autre cas, le processus se poursuit avec *Activité 3*, échappant au rebouclage sur *Activité 1*. Le champ de localisation de la référence indique que l'on pointe sur l'UDC 1 du diagramme 1.

En IDEF3, il est recommandé de modéliser les boucles en utilisant une référence Go-to pour éviter d'avoir des flux allant de la droite vers la gauche.

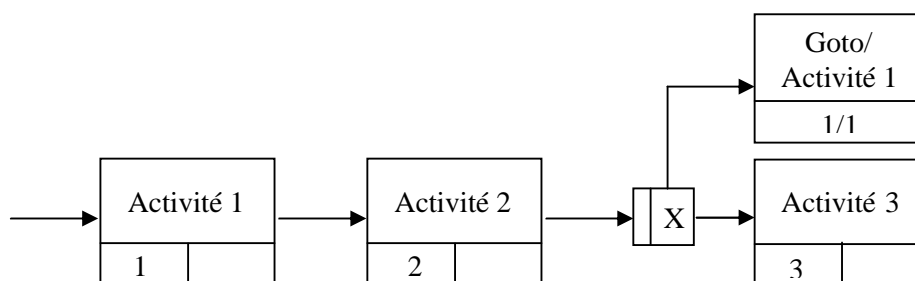


Schéma 28 : Référence et construction de boucle. [Vernadat F., 2001]

IV-4. Description formelle des activités et processus avec CIMOSA

Contrairement à IDEF0 et IDEF3, CIMOSA ne met pas l'accent sur la représentation graphique des activités et des processus mais fournit un langage formel de description des processus opérationnels et de leurs activités.

CIMOSA [Amice, 1993] considère que toute entreprise se compose de :

- Un grand ensemble de processus communicants chargés de réaliser les objectifs fixés par l'entreprise ;
- Un ensemble d'entités fonctionnelles (ou agents) réalisant les processus opérationnels en fonction de l'état du système.

De plus, la modélisation en CIMOSA repose sur deux principes fondamentaux [Vernadat F., 1999]:

- La séparation claire entre *fonctionnalité* de l'entreprise (les activités) et les *comportement* de l'entreprise (les processus).
- La distinction entre *processus* (les tâches à réaliser) et *processeurs* (les agents qui exécutent les tâches).

Ainsi, CIMOSA se base sur le paradigme processus-opération-agent et fournit les éléments de modélisation (ou constructs) suivants :

- Pour la vue fonction :

- **Domaine** : C'est un élément structurant permettant de regrouper un ensemble de processus en un module indépendant de manière à gérer la complexité du modèle entier.
- **Événement** : Un événement est un fait instantané qui signale un changement d'état dans le système et nécessitant une action. On peut distinguer les événements sollicités (requêtes, ordres, commandes) et les événements non sollicités (aléas tels que pannes, ruptures de stocks, etc.). La source d'un événement peut être soit le monde extérieur (par exemple, l'arrivée d'une commande-client), soit une activité du système (par exemple, une demande de mise en maintenance), soit une ressource du système (par exemple, une panne signalée sur une machine).
- **Processus** : Dans CIMOSA, un processus est une séquence partiellement ordonnée d'étapes (sous-processus ou activités), déclenchée par un événement pour atteindre un but fixé. CIMOSA distingue deux types de processus : les *processus-maîtres* (processus de niveau le plus haut qui ne peuvent être déclenchés que par des événements) et les *sous-processus* (qui sont des processus définis à l'intérieur des processus-maîtres).
- **Activité** : L'activité CIMOSA est une étape élémentaire d'un processus. C'est le lieu de l'action et en tant que tel, elle nécessite du temps et des ressources pour l'exécution de chacune de ses opérations fonctionnelles. Elle a pour mission de traiter les objets de l'entreprise. Pour cela, elle utilise en entrée ou en sortie des états (ou vues) d'objets.

- Pour la vue information :

- **Objet d'entreprise** : Les objets d'entreprise sont les entités existantes dans l'entreprise et intervenant dans les activités (matières, données ou entités physiques).

- **Vue d'objet** : Une vue d'objet est un état ou manifestation d'un objet d'entreprise à un instant donné.
- Pour la vue ressources :
 - **Ressource** : Une ressource est un objet d'entreprise jouant un rôle de support à l'exécution d'une activité. CIMOSA différencie les ressources passives, appelées *composants*, des ressources actives ou agents, appelées *entités fonctionnelles* car elles n'ont pas les mêmes caractéristiques.
 - **Ensemble d'aptitudes** : Un ensemble d'aptitudes définit les fonctionnalités potentielles d'une entité fonctionnelle.
 - **Opération fonctionnelle** : Une opération fonctionnelle est une granule de fonctionnalité offerte par une entité fonctionnelle (service) ou requise par une activité.

IV-4-1. Opérations fonctionnelles

Une opération fonctionnelle est la plus petite unité de fonctionnalité autorisée dans le modèle.

Il s'agit d'actions élémentaires pouvant être exécutées par les entités fonctionnelles de l'entreprise. Une opération fonctionnelle s'apparente à une requête dans un modèle de type client-serveur ou à un message envoyé sur une méthode d'un objet dans le modèle orienté objet [Ayadi K., 1999]. Dans le modèle fonctionnel, nous les décrivons sous la forme canonique suivante :

EF.OF (liste d'arguments)

Où EF est le nom de l'entité fonctionnel chargée d'exécuter l'opération OF en utilisant les paramètres d'entrée/sortie indiqués dans liste d'arguments.

Le nom d'OF est un verbe.

Par exemple, pour un serveur de données, des opérations fonctionnelles typiques sont *lire_données*, *insérer_données*, *mettre_à_jour_données*, *effacer_données* alors que pour un stock, on aura *entrer_pièce* et *sortir_pièce*.

IV-4-2. Description des activités [Berio G., 1999]

Dans CIMOSA, une activité s'apparente à une fonction de transfert qui transforme un état d'entrée en un état de sortie au sein d'un processus. L'activité est ainsi caractérisé par :

- Son identification, nom et description ;
- Ses entrées et sorties ;
- Sa fonctionnalité, c'est-à-dire sa fonction de transfert qui peut être un algorithme, une procédure, un scénario ou un moteur d'inférence dans le cas de systèmes experts ;
- La liste de tous ses états de terminaison possibles ;
- Un ensemble d'aptitudes requises ;
- Sa durée et son coût.

IV-4-3. Description des processus

CIMOSA distingue deux types de processus :

- Les **processus bien structurés**, c'est-à-dire les processus dont on connaît parfaitement la structure de contrôle (par exemple, une gamme de fabrication ou un procédure de test) ;
- Les **processus semi-structurés**, c'est-à-dire ceux dont les étapes sont connues mais dont le flux de contrôle est partiellement connu (par exemple, un processus de décision ou des opérations de maintenance).

Dans les deux cas, le flux de contrôle des processus est décrit au moyen d'une langage formel permettant l'écriture d'une séquence de **règles de comportement** de la forme :

WHEN (condition) DO action

Dont la signification est « lorsque l'ensemble des conditions est rempli, alors faire les actions indiquées ».

La partie condition des règles sert soit à déclencher l'activation des processus (règles de type *START*), soit à décrire la suite du flux de contrôle du processus. Dans le deuxième cas, nous utilisons une fonction standard, notée $ES(F)$, qui donne l'état de terminaison de l'étape F du processus. Suivant la valeur de cet état de terminaison, le processus pourra réagir différemment, comme nous allons le voir dans les règles suivantes.

Remarque : Le seul opérateur autorisé dans la partie condition des règles est l'opérateur logique *AND*. Il permet de combiner des fonctions $ES(F)$ entre elles, des événements entre eux ou les deux. Si des clauses disjonctives sont nécessaires (plusieurs alternatives possibles), on doit écrire autant de règles à la suite les unes des autres.

IV-4-3-1. Processus bien structurés

a. Règles d'activation de processus

Ce sont des règles définissant le début d'un processus. Deux cas peuvent se présenter :

- Dans le cas de processus-maîtres, c'est-à-dire de processus de plus haut niveau, le processus ne peut être déclenché que par un ou plusieurs événements (en conjonction). Par exemple, pour un processus démarrant par l'étape $EF1$ et nécessitant une occurrence de l'événement $ev1$ et une occurrence de l'événement $ev2$ dans sa condition de déclenchement, la règle sera de forme :

WHEN (START WITH $ev1$ AND $ev2$) DO $EF1$

- Dans le cas de sous-processus (étape composée d'un processus-maître), la partie condition de la règle se résume à *START* indiquant le début du sous-processus. Par exemple, pour appeler un sous-processus commençant par l'étape $EF1$, la règle aura la forme :

WHEN (START) DO $EF1$

b. Règles de mise en séquence

Ces règles décrivent un contrôle de nature purement séquentielle. Elles sont utilisées pour indiquer qu'une étape EF_Y du processus doit suivre une étape EF_X dès que l'état de terminaison de EF_X donné par $ES (EF_X)$ prend une certaine valeur, par exemple $état_x$. On écrit alors :

$$\text{WHEN } (ES (EF_X) = \text{état}_x) \text{ DO } EF_Y$$
c. Règles de mise en séquence forcée

Ces règles sont utilisées pour indiquer qu'une étape EF_Y du processus doit suivre une étape EF_X quel que soit l'état de terminaison de EF_X . On utilise alors le mot réservé « any » dans la partie condition de la règle. On a alors :

$$\text{WHEN } (ES (EF_X) = \text{any}) \text{ DO } EF_Y$$
d. Règles de branchement conditionnel

Ces règles sont utilisées pour indiquer des conditions de branchement dans un flux de contrôle, c'est-à-dire un choix parmi plusieurs alternatives. La sémantique est celle du ou-exclusif. Par exemple, si EF_1 a trois états de terminaison possible ($état_1$, $état_2$ ou $état_3$) conduisent à des actions différentes (EF_2 , EF_3 ou EF_4), on écrira :

$$\text{WHEN } (ES (EF_1) = \text{état}_1) \text{ DO } EF_2$$

$$\text{WHEN } (ES (EF_1) = \text{état}_2) \text{ DO } EF_3$$

$$\text{WHEN } (ES (EF_1) = \text{état}_3) \text{ DO } EF_4$$

Remarque : Les boucles sont construites au moyen de règles de branchement conditionnel utilisant une condition de rebouclage et une condition de sortie de boucle.

Par exemple, pour un rebouclage sur EF_X avec une sortie sur EF_Y , on aura :

$$\text{WHEN } (ES (EF_X) = \text{cond_bouclage}) \text{ DO } EF_X$$

$$\text{WHEN } (ES (EF_X) = \text{fin_boucle}) \text{ DO } EF_Y$$
e. Règles de mise en parallèle asynchrone (divergence)

Ces règles sont utilisées pour représenter une mise en parallèle de l'exécution d'étapes dans le flux de contrôle d'un processus. Elles font intervenir l'opérateur « & » de mise en parallèle dans la partie action de la règle. Par exemple, si les étapes EF_2 , EF_3 et EF_4 doivent être lancées en parallèle lorsque l'étape EF_1 se termine avec l'état de terminaison $état_1$, la règle est :

$$\text{WHEN } (ES (EF_1) = \text{état}_1) \text{ DO } EF_2 \ \& \ EF_3 \ \& \ EF_4$$
f. Règles de mise en parallèle synchrone (divergence)

Dans le cas où la mise en parallèle doit être synchrone, c'est-à-dire que la première étape de chaque branche en parallèle du flux de contrôle doit démarrer exactement en même temps que les autres, on préfixe la partie action par le mot réservé « SYNC » (pour synchronisation). On a alors pour le même exemple :

$$\text{WHEN } (ES (EF_1) = \text{état}_1) \text{ DO SYNC } (EF_2 \ \& \ EF_3) \ \& \ EF_4$$

g. Règles de rendez-vous (convergence)

Le cas inverse de la mise en parallèle est le rendez-vous. Il indique que des branches parallèles du flux de contrôle doivent converger avant de pouvoir passer le contrôle à la suite du flux. Par exemple, si EF2 doit finir avec l'état2 et si EF3 doit finir avec l'état3 avant que l'on puisse lancer EF4, la règle sera :

$$\text{WHEN (ES (EF2) = \acute{e}tat2 AND ES (EF3) = \acute{e}tat3) DO EF4}$$
h. Règles de fin de processus

Ces règles servent à indiquer la fin d'un processus. Celle-ci est matérialisée par le mot réservé « FINISH » dans la partie action de la règle. Un même processus peut avoir plusieurs règles de ce type dans son ensemble de règles. Par exemple, si EFx est la dernière étape du processus, la règle devient :

$$\text{WHEN (ES (EFx) = any) DO FINISH}$$

Remarque : Il est impossible d'écrire la règle suivante :

$$\text{WHEN (START) DO FINISH}$$

Il s'agit d'un processus qui ne fait rien. C'est donc l'élément neutre de l'ensemble des processus en CIMOSA pour les opérateurs de mise en séquence ou de mise en parallèle. La mise en parallèle est commutative alors que la séquence ne l'est pas.

IV-4-3-2. Processus semi-structurés

Dans le cas où l'enchaînement du flux de contrôle n'est pas complètement connu ou pas complètement déterministe. CIMOSA offre trois types de règles supplémentaires permettant de décrire des processus semi-structurés.

a. Règles du choix exclusif retardé à l'exécution

Ces règles sont utilisées dans le cas où, à une étape donnée du processus (noté S), plusieurs alternatives sont possibles mais une seule sera réalisée lors de l'exécution en fonction du choix fait par la ressource et elle seule (pas de critère de choix explicite). La sémantique de ces règles est le ou-exclusif (XOR). L'opérateur de choix exclusif est noté « | ». Par exemple, si après EF1, on a le choix entre EF2, EF3 et EF4, on écrira :

$$\text{WHEN (ES (EF1) = \acute{e}tat1) DO S = (EF2 | EF3 | EF4)}$$
b. Règles du choix inclusif retardé à l'exécution

Ces règles sont similaires aux précédentes mais dans ce cas k parmi n ($1 \leq k \leq n$) possibilités seront exécutées suivant le choix de la ressource. La sémantique de ces règles est le ou-inclusif. L'opérateur de choix est noté « † ». Exemple :

$$\text{WHEN (ES (EF1) = \acute{e}tat1) DO S = (EF2 † EF3 † EF4)}$$

c. Règles de l'ensemble non ordonné

Ces règles sont utilisées dans le cas où on connaît le portefeuille d'actions à réaliser lors de la prochaine étape (sous-processus noté S), mais on ne sait pas dans quel ordre seront exécutées ces actions. C'est la ressource et elle seule qui décidera de cet ordre lors de l'exécution. La sémantique de ces règles est celle du « et » logique (AND). La notation est celle des ensembles. Par exemple, si on doit exécuter les trois actions EF2, EF3 et EF4 à la suite de EF1, on écrira :

$$\text{WHEN (ES (EF1) = \acute{e}tat1) DO S = (EF2, EF3, EF4)}$$

IV-5. Analyse et restructuration des processus

Une fois les processus modélisés, il convient de les analyser et le cas échéant de les restructurer pour améliorer leur efficacité ou leurs performances. Il s'agit de techniques de reengineering de processus d'entreprise.

IV-5-1. Analyse structurale des processus

Les techniques d'optimisation ou de restructuration de processus opérationnels les plus courantes sont résumées par le tableau 5 dont les explications suivent :

<u>CATEGORIES TECHNIQUES</u>
Elimination d'activités : <ul style="list-style-type: none"> - Eliminer des activités superflues - Eliminer des activités redondantes
Concentration d'activités : <ul style="list-style-type: none"> - Regrouper des activités similaires - Regrouper des activités de décision, de vérification ou de test
Ajout d'activités : <ul style="list-style-type: none"> - Scinder des activités complexes en plusieurs parties - Introduire des activités de décision, de vérification ou de test
Mise en parallèle d'activités : <ul style="list-style-type: none"> - Supprimer, changer ou créer des relations de dépendance entre activités concurrentes
Elimination de cycles dans les processus : <ul style="list-style-type: none"> - Supprimer les rebouclages non ou peu justifiés
Augmentation des aptitudes liées à un processus : <ul style="list-style-type: none"> - Augmenter les compétences associées au processus - Rendre les activités atomiques. Les simplifier
Amélioration de l'efficacité de certaines activités : <ul style="list-style-type: none"> - Concentrer des responsabilités - Standardiser et séparer les activités indépendantes
Réduction de la durée des activités : <ul style="list-style-type: none"> - Eliminer les temps morts - Diminuer les temps de préparation - Eliminer ou simplifier les contrôles

Tableau 7 : Techniques de réorganisation des processus opérationnels. [Vernadat F., 1999]

- *Elimination d'activités* : Ceci consiste à supprimer des activités redondantes ou superflues. On rencontre souvent des activités redondantes dans les processus d'inspection ou de vérification et dans les processus partiellement automatisés.
- *Concentration d'activités* : Il s'agit de combiner deux ou plusieurs activités effectuées en série ou en parallèle en une seule activité. Il peut s'agir d'activités similaires ou d'activités mobilisant les mêmes ressources (par exemple, des prises de décision, des actions de vérification ou de test).
- *Ajout d'activités* : La réorganisation d'un processus peut conduire à lui ajouter de nouvelles activités (nouvelles fonctionnalités) ou encore à scinder une activité complexe en plusieurs activités travaillant en parallèle et de durée plus courante (augmentation de la capacité de travail).
- *Mise en parallèle d'activités* : Certaines activités, traditionnellement effectuées en série car réalisées par des services différents, gagneraient à être effectuées en parallèle pour réduire les temps de cycle. Il convient alors d'analyser les dépendances entre ces activités (entrées, sorties et contrôles) afin de les paralléliser autant que possible.
- *Elimination de cycles dans le processus* : Le recours aux boucles dans le modèle d'un processus traduit l'existence de cycles dans le processus. On cherchera à les éliminer car ceux-ci sont synonymes de pertes de temps et sources d'erreurs (principe du « faire bien du premier coup »).
- *Augmentation des aptitudes liées à un processus* : Cette transformation ne modifie pas la structure du processus. Il s'agit d'optimiser l'utilisation des ressources utilisées par ses activités, soit en augmentant les capacités, aptitudes ou compétences de ces ressources, soit en remplaçant un groupe de ressources par une ressource aux aptitudes supérieures.
- *Amélioration de l'efficacité de certaines activités* : Il s'agit soit de concentrer des responsabilités éparses au sein d'une même activité ayant les compétences requises, soit au contraire de spécialiser des activités pour des tâches standard, indépendantes et bien identifiées.
- *Réduction de la durée des activités* : Les objectifs de réduction des temps de cycle imposent de diminuer la durée des activités des processus ou d'éliminer les temps morts. On cherchera donc à réduire les temps de préparation (mise en route, réglage, montage, etc.), éliminer ou simplifier les contrôles (par exemple en relaxant certaines contraintes) ou encore en utilisant des ressources plus performantes (machines plus rapides, automatisation, etc.). Un raisonnement similaire peut être tenu pour la réduction des coûts.

Les cas les plus fréquents de réorganisation structurelle de processus sont illustrés du schéma 29 au schéma 32 en utilisant les formalismes IDEF0 ou IDEF3, où (a) représente la situation avant restructuration et (b) la situation après restructuration.

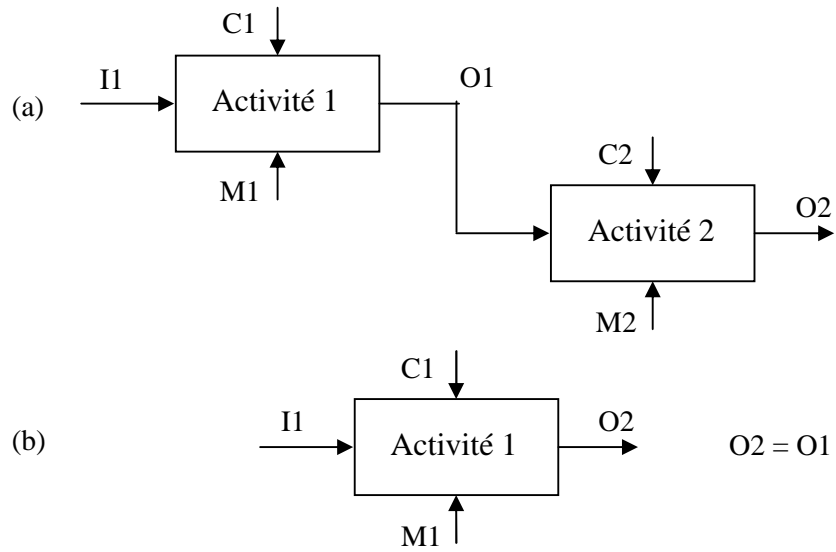


Schéma 29 : Elimination d'une activité redondante ou superflue.

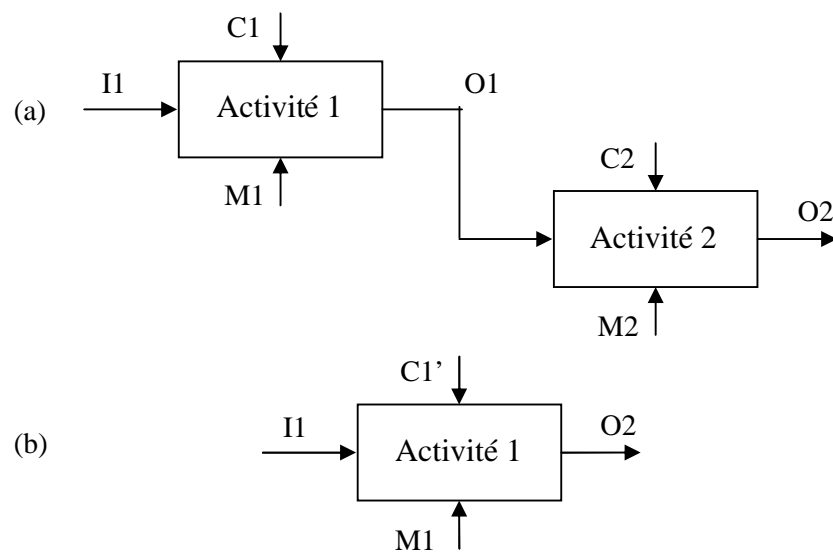


Schéma 30 : Combinaison des deux activités.

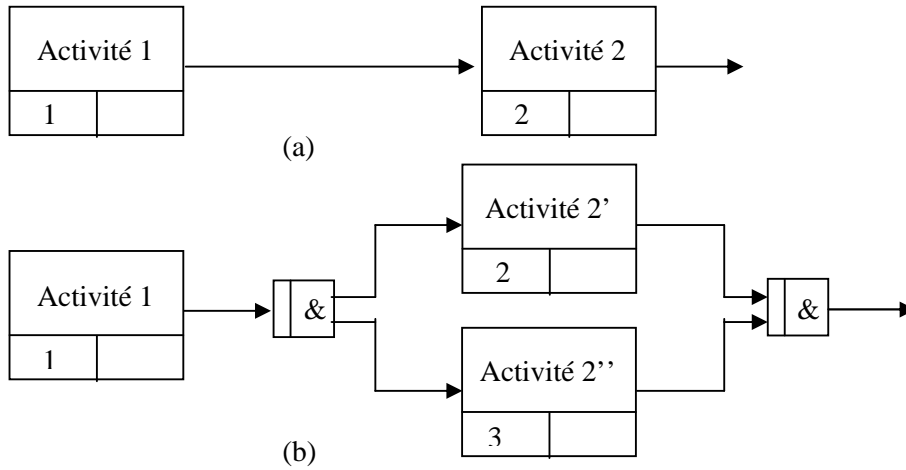


Schéma 31 : Partitionnement d'une activité.

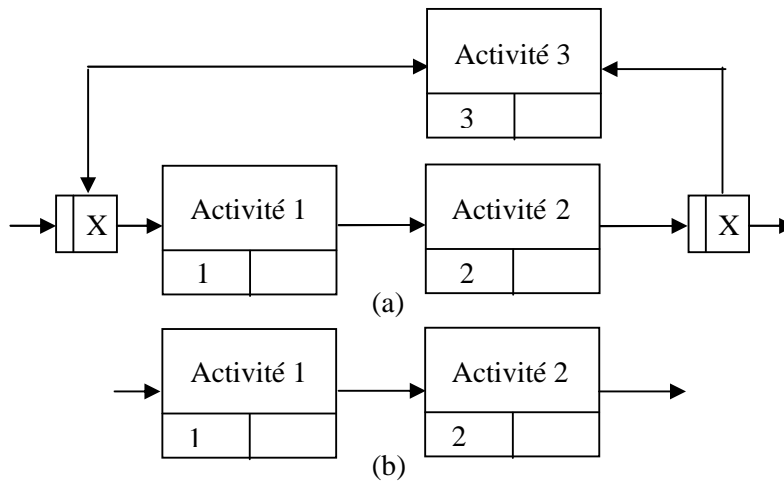


Schéma 32 : Elimination d'un cycle.

IV-5-2. Analyse quantitative des processus

Du point de vue quantitatif, l'évaluation des performances des processus opérationnels d'une entreprise peut être analysée suivant deux critères principaux : les coûts et les délais. Bien qu'il en existe d'autres, trois outils particulièrement intéressants peuvent être suggérés pour envisager de telles analyses car ils se basent en tout ou partie sur les formalismes présentés précédemment. Nous avons retenu : l'analyse comptable par activités, les réseaux de Petri et la simulation.

IV-5-2-1. Analyse comptable par activités

La méthode de comptabilité par activités (en anglais, Activity-Based Costing) ou méthode ABC est une méthode de comptabilité moderne cherchant à relier les frais généraux aux coûts des produits de manière à en saisir les liens de causalité [Marwick P., 1992]. Son introduction a été rendue nécessaire à cause de l'inadéquation des méthodes traditionnelles au monde de la production essentiellement due :

- 1) à l'évolution des structures de coûts dans lesquelles les coûts de main d'œuvre deviennent marginaux ;
- 2) à l'augmentation des coûts indirects (50% à 75% du total sont des coûts indirects) ;
- 3) à l'augmentation de la diversité des produits fabriqués ;
- 4) à l'intégration des systèmes.

La méthode ABC ne cherche donc plus à allouer les coûts indirects sur la base des heures travaillées, mais cherche à relier les coûts de production des produits aux coûts des activités mises en œuvre car les activités peuvent être gérées, pas les coûts. Pour cela, la méthode ABC distingue quatre catégories d'activités : des activités de niveau Unité, c'est-à-dire liées au volume de production, des activités de niveau Lot, des activités de Soutien au produit et des activités de Soutien à l'installation.

Le coût d'une activité est fonction du temps et des ressources utilisés pour produire le résultat de l'activité, mais aussi des inducteurs de coût qui peuvent être relatifs à plusieurs activités (par exemple, lancement en petite série, coûts de non qualité, manque de fiabilité d'un équipement, etc.) ;

L'implantation de la méthode comprend quatre étapes :

- Identification des activités et organisation en processus ;
- Définition des inducteurs de coûts ;
- Accumulation des coûts associés à une activité donnée au sein de chaque groupe d'activités considéré.
- Allocation des coûts à partir des groupes d'activités aux divers produits sur la base de l'utilisation des activités.

La complémentarité entre les techniques de modélisation en entreprise et celles de la méthode ABC devient ainsi évidente.

IV-5-2-2. Les réseaux de Petri

Les réseaux de Petri sont des outils mathématiques de modélisation et d'analyse des systèmes dynamiques discrets basés sur la théorie des graphes et l'algèbre linéaire [Daihani D.U., 1994]. Ils sont particulièrement appropriés pour l'analyse qualitative et quantitative des modèles de processus car ils prennent en compte les concepts de parallélisme, synchronisation et partage des ressources et permettent la détection de risque de blocage.

En ce qui concerne l'évaluation des performances des processus, deux types d'analyse peuvent être envisagés : l'analyse déterministe (qui suppose la durée des activités constante) et l'analyse stochastique (utilisant des durées aléatoires).

Pour cela, il faut disposer de règles de transformation des modèles de processus (IDEF3 ou CIMOSA) vers le formalisme réseaux de Petri.

IV-5-2-3. La simulation

La simulation est une technique d'analyse largement éprouvée et qui nécessite un modèle. Elle a l'avantage de permettre d'envisager l'analyse des coûts et des délais soit séparément, soit simultanément.

Dans l'un ou l'autre cas, on utilisera avantageusement les modèles de processus élaborés soit avec IDEF3, soit avec CIMOSA pour analyser le fonctionnement de l'entreprise ou prévoir les performances. Il faut alors s'assurer que l'on dispose au moins :

- Des informations sur les coûts et les temps (minima, moyens ou maxima) pour chaque activité ;
- Des probabilités de réalisation des différents cas pour les opérateurs de choix conditionnels dans les flux de contrôle ;
- Des lois de probabilité relatives aux fréquences d'apparition des événements déclenchant les processus.

Diverses simulations pourront être réalisées suivant les taux d'en-cours souhaités (taille des stocks tampon), la disponibilité ou le nombre de ressources prévues ou souhaitables, etc.

IV-6. Conclusion

La modélisation des processus opérationnels impose une approche horizontale basée sur l'analyse des flux de contrôle et des flux d'objets (informations et matières). En conclusion les principes de l'analyse des aspects fonctionnels sont les suivants :

- Pour modéliser un système strictement du point de vue de ses fonctions et qui se prête à la décomposition fonctionnelle, alors on utilisera SADT. C'est en particulier le cas des applications informatiques ou des systèmes mécaniques.
- Pour modéliser les activités d'une entreprise (industrielle ou commerciale), alors on pourra utiliser IDEF0 si le niveau de détail reste général. Si l'on souhaite analyser plus finement l'activité en termes de ses opérations fonctionnelles, on préférera le formalisme de CIMOSA.
- Pour modéliser le comportement d'une entreprise sous forme de processus opérationnels, on a le choix entre : utiliser IDEF3 et spécifier chacune des activités rencontrées en IDEF0 (modèle statique), ou bien utiliser directement le formalisme CIMOSA, qui fournit un langage unifié et exécutable pour les activités et les processus (modèle dynamique).

Chapitre V : Modélisation des aspects informationnels.

V-1. Introduction

Les techniques de la modélisation des aspects fonctionnels précédentes nous ont permis de décrire les processus opérationnels d'une entreprise comme un enchaînement d'activités, qui elles-mêmes traitent ou transforment les objets de l'entreprise au moyen de leurs opérations fonctionnelles.

Dans cette partie, nous présentons les techniques de modélisation qui permettent de représenter ces objets et leurs relations en vue de leur analyse ou de leur traitement informatisé.

Ainsi, nous précisons d'abord les concepts de système d'information puis de vue d'objet et d'objet d'entreprise pour fournir des langages aux utilisateurs leur permettant d'exprimer leurs besoins en information. Nous présentons la méthode IDEF1x pour la modélisation des données et l'élaboration de schémas de bases de données. Le langage EXPRESS est ensuite décrit comme méthode de spécification formelle des données pour les niveaux conceptuel ou d'implémentation.

V-2. Systèmes d'information

V-2-1. Introduction

Le système d'information d'une entreprise est constitué de faits et de connaissances concernant l'entreprise, leur utilisation et leur évolution, leurs liens et les contraintes auxquelles ils sont soumis. Le rôle du système d'information est de gérer les données et informations nécessaires aux activités du système de décision et du système opérant de l'entreprise.

Un système d'information est composé de toutes les données et informations utilisées, stockées ou traitées pour les besoins d'utilisateurs ou d'applications d'une entreprise.

Ainsi, on peut parler du système d'information de la gestion commerciale, de la gestion de production, du bureau d'études et des méthodes ou de la gestion administrative de l'entreprise.

Du point de vue informatique, le système d'information est souvent matérialisé par l'existence d'une ou plusieurs bases de données reliés entre elles ou non. Cependant, il ne faut pas confondre systèmes d'information et bases de données. Les systèmes d'information ont existé de tout temps. Les bases de données sont apparues avec les technologies de l'information.

Traditionnellement, les systèmes d'information sont modélisés en termes d'entités, de relations entre ces entités et leurs caractéristiques ou attributs, d'où le nom du modèle entité-relation (aussi appelé entité-association, et en anglais Entity-Relationship Model). Avec SADT, ce modèle a en fait été une des toutes premières méthodes de modélisation en entreprise et fut présenté comme tel dès son origine.

V-2-2. Modèle entité-relation (ER)

Les concepts de base du modèle entité-relation (entités, relations, attributs, identifiants, cardinalités et contrainte d'intégrité) sont présentés dans cette section et illustrés par un exemple récapitulatif.

a) Entités

Une entité est un ensemble d'objets réels ou abstraits, ayant chacun une existence propre, partageant un ensemble de propriétés communes et présentant un intérêt pour l'entreprise (c'est-à-dire pour ses utilisateurs ou ses applications).

Exemples d'entités : des personnes, des machines, des produits, des événements, des états, des idées, etc.

On peut distinguer deux types d'entités : les *entités régulières* et les *entités faibles*. Une entité régulière est une entité qui a une identification qui lui est propre. Elle ne dépend d'aucune autre entité. L'entité faible, par contre, n'existe que par l'existence ou l'identification d'une autre entité.

Exemple : Une entité Produit va définir l'ensemble des produits fabriqués par une entreprise de production. C'est une entité régulière. Pour chaque produit, on a une nomenclature. Cependant, une nomenclature particulière n'a de signification que si elle fait référence à un produit donné. L'entité Nomenclature contenant l'ensemble des nomenclatures des produits de l'entreprise est donc une entité faible pour l'entité produit.

Graphiquement, les entités sont représentées par des rectangles avec leur nom à l'intérieur. Les entités faibles sont repérées par des doubles – rectangles.

b) Relations

Une relation est une association entre deux entités au moins.

Exemple de relation : Une relation Produite_Par entre une entité Pièce et une entité Cellule va signifier que les objets de la classe Pièce sont produits dans des objets de la classe Cellule.

Les relations peuvent être de type unaire (relations entre une entité et elle-même), binaire (relations entre deux classes d'entités), ternaire (relations entre trois classes d'entités) ou n-aire (relations entre n classes d'entités). Les relations sont créées pour les besoins de l'application. Elles n'ont de sens que par les entités qu'elles mettent en relation et la signification que l'utilisateur leur associe.

Graphiquement, les relations sont représentées par des ovales avec leur nom à l'intérieur (de préférence un verbe) et des arcs (ou pattes de connexion) reliant la relation aux entités qu'elle associe.

c) Attributs

Un attribut (ou propriété) est une caractéristique descriptive d'une entité ou d'une relation.

Exemple d'attributs : Une entité Personne peut être caractérisée par un numéro de sécurité sociale, un nom, un prénom, un âge ou une adresse, qui sont autant de propriétés d'un individu de la classe Personne.

Un attribut est caractérisé par les valeurs qu'il peut prendre. C'est sont type de données (par exemple, entier, réel, booléen, chaîne de caractères, date, somme monétaire...). Un type de données est un ensemble de valeurs conceptuellement différentes mais qui ont une même représentation.

Un attribut peut être de type :

- Simple : composé d'une valeur (Ex. : Age).
- Composé : composé de plusieurs champs de données [Ex. Adresse (Rue, Ville, Code postal).]
- Multi-valué : peut prendre plusieurs valeurs du même type.
- Partiel : peut ne pas prendre de valeur.

d) Identifiant ou clé

Un identifiant est un attribut (ou un groupement d'attributs) permettant d'identifier de manière unique chaque occurrence d'une classe d'entités ou de relations.

Ainsi, toute entité a au moins un attribut, son identifiant. Un identifiant ne peut pas prendre de valeur indéfinie.

L'identifiant d'une entité faible est toujours composé et contient, outre son identifiant propre, l'identifiant de l'entité régulière dont elle dépend.

L'identifiant d'une relation est formé de l'union des identifiants des entités qu'elle met en relation.

Dans le cas où une entité peut être identifiée par plusieurs identifiants, l'un d'entre eux est choisi comme clé (de préférence, un numéro ou une référence). On l'appelle la clé primaire. Les autres identifiants sont appelés clés secondaires.

Dans le cas où un identifiant d'une entité ou d'une relation contient la clé primaire d'une autre entité, cette clé est appelée clé étrangère (ou clé importée).

La liste des attributs est indiquée à l'intérieur de la représentation des entités ou des relations, sous leur nom. La clé primaire est soulignée.

e) Cardinalités

Les cardinalités servent à caractériser les types de relations en précisant leur fonctionnalité. Elles sont représentées, pour chaque entité de la relation, au moyen de deux valeurs (C_{min} , C_{max}), où C_{min} est le nombre minimum de fois qu'une occurrence de l'entité peut être impliquée dans une occurrence de la relation et C_{max} est le nombre maximum de fois.

Les fonctionnalités définissent les types de classes de relations possibles entre les entités, c'est-à-dire entre des ensembles. Par exemple, pour deux classes d'entités, ces types sont :

- 1 : 1 pour les correspondances bijectives.
- 1 : n pour les correspondances de type parent – enfants
- n : 1 pour les correspondances surjectives.
- m : n pour les correspondances de type croisé (ou sous-ensembles

du produit cartésien des deux classes).

Les seules valeurs autorisées pour C_{min} sont : 0, 1 ou $C1$, où $C1$ est une constante entière désignant un nombre fixé d'occurrences. Les seules valeurs autorisées pour C_{max} sont : 1, $C2$ ou n , où $C2$ est une constante entière et n désigne un nombre arbitraire d'occurrences. Si la cardinalité ($C1$, $C2$) est utilisée, alors on doit avoir $C1 \leq C2$.

La cardinalité est indiquée par le couple (C_{min} , C_{max}) placé sur la patte de la relation correspondant à l'entité concernée.

Exemples : Une cardinalité (0,1) indique que certaines occurrences de l'entité concernée peuvent ne jamais être impliquées dans la relation et que chaque occurrence peut apparaître au plus une fois dans la relation. Une cardinalité (5, n) indique que chaque occurrence de l'entité apparaît dans au moins cinq occurrences de la relation et au plus un nombre illimité de fois.

Règle : Dans le cas d'une relation reliant une entité faible à une entité régulière dont elle dépend, la cardinalité de l'entité faible doit être obligatoirement (1,1).

f) Contraintes d'intégrité

Une contrainte d'intégrité est un prédicat devant être vérifié par un attribut (ou un ensemble d'attributs) pour garantir la véracité des données représentées ou assurer la cohérence des données entre elles.

Le prédicat est défini au moyen d'expressions arithmétiques ou d'expressions logiques ou d'expressions ensemblistes portant sur les attributs des entités ou relations.

Exemples de contraintes d'intégrité :

- Pour indiquer que l'âge d'une personne est un entier compris entre 0 et 125, on écrira : $0 \leq \text{Age} \leq 125$.
- Pour assurer que le volume d'une pièce d'un bâtiment doit être égal au produit de sa hauteur par sa largeur par sa longueur, on écrira :
Volume = Hauteur * Largeur * Longueur.

g) Modèle entité-relation étendu

Le modèle entité-relation étendu reprend l'ensemble des concepts définis dans les paragraphes précédents et y ajoute des notions de spécialisation et d'agrégation entre classes d'entités permettant d'abstraire ou de créer de nouvelles classes à partir de classes existantes.

La spécialisation (ou lien « sorte-de », en anglais « is-a ») est un mécanisme d'abstraction permettant de créer des classes plus spécialisées à partir d'une classe d'entités donnée.

Exemple de spécialisation : Une entité Machines peut être spécialisée en entités Machines_de_Production, Machines_de_Transfert et Machines_de_Mesure (Schéma 33).

Le mécanisme inverse (création d'une classe plus générique à partir de classes similaires) est appelé généralisation. Dans les deux cas, ces mécanismes s'accompagnent du principe d'héritage de propriétés, c'est-à-dire que les classes spécialisées héritent de tous les attributs de la classe générique. Au niveau des classes spécialisées, des attributs plus spécifiques peuvent être ajoutés et les attributs hérités peuvent être redéfinis.

L'agrégation (ou lien « partie-de », en anglais « part-of ») est un mécanisme d'abstraction permettant de regrouper des classes d'entités entre elles pour former une classe composite de plus haut niveau.

Exemple d'agrégation : Une entité Cellule peut être composée des entités Machine_de_Production, Machine_de_Transfert et Machine_de_Mesure pour indiquer qu'une cellule de production comprend des machines de production, des machines de transfert et éventuellement des machines de mesure (Schéma 33).

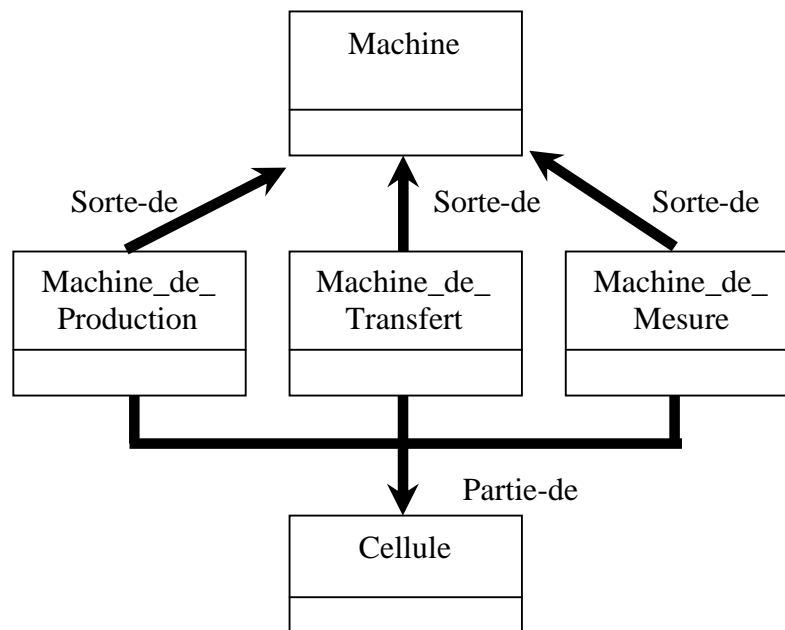


Schéma 33 : Mécanismes de spécialisation et d'agrégation. [Chen D., 2002]

V-3. Analyse par IDEF1x

Tout comme IDEF0 et IDEF3, IDEF1x appartient à la famille des langages IDEF et se base sur une syntaxe graphique [DACOM]. C'est un langage de communication entre utilisateurs pour la description de schémas conceptuels de données. Il est basé sur le formalisme entité-relation étendu. On l'utilisera donc de préférence dans les niveaux de modélisation de définition des besoins et surtout de spécifications de conception pour l'analyse et la conception des modèles de données.

Un modèle IDEF1x se compose d'un ensemble de diagrammes entités-relations (DER) et d'un glossaire précisant la signification des entités, attributs et des relations. La notion graphique utilisée par IDEF1x diffère de celle du modèle entité-relation classique. Elle est résumée par le schéma 34, dont les explications suivent avec des exemples.

V-3-1. Les entités

IDEF1x distingue deux types d'entités : les *entités à clé indépendante* (ou entités régulières) et les *entités à clé dépendante* (ou entités faible), chaque type ayant une représentation différente (schéma 34). Les entités à clé indépendante sont celles dont l'identifiant permet d'identifier chaque occurrence de l'entité sans faire référence à une autre occurrence d'entité. Par contre, une entité à clé dépendante fait intervenir l'identifiant d'une clé indépendante (clé importée).

Chaque entité est représentée par une boîte (rectangles à coins carrés pour les entités à clé indépendante et à coins arrondis pour les entités à clé dépendante) avec un nom unique et un numéro d'ordre séparés par « / » et placés au-dessus de la boîte.

Règles devant être vérifiées par les entités :

Toute entité doit avoir un identifiant (clé primaire), un ou plusieurs attributs et peut avoir des clés secondaires.

Dans le cas des entités à clé dépendante, la (ou les) clé(s) importée(s) doit (doivent) être indiquée(s) dans l'identifiant par le sigle FK (pour « foreign key » en anglais).

La liste des attributs est indiquée dans la boîte de l'entité. La signification et les types de données des attributs sont consignés dans un glossaire de données décrivant chaque entité.

Toute entité doit être reliée à au moins une autre entité par une relation (pas d'entités isolées).

V-3-2. Relations et cardinalités

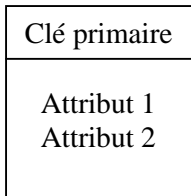
Une relation dans IDEF1x est une association entre deux entités, l'entité père et l'entité fille. Elle n'a pas d'attributs.

Une relation est identifiée par un nom et elle est représentée par un arc reliant les deux entités. L'arc porte une tête (un rond noir) indiquant le sens de la relation (du père vers la fille). Comme la relation est unidirectionnelle, il est possible si nécessaire de représenter la relation inverse d'une relation. Dans ce cas, les noms des deux relations sont indiqués le long de l'arc et séparés par un « / ».

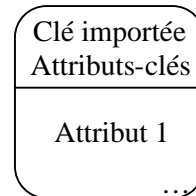
Les relations n-aires à plus de deux entités n'étant pas initialement prévues par construction sont plus difficiles à représenter. Si on veut vraiment les utiliser, on doit avoir recours à des assertions liant plusieurs relations en utilisant, par exemple, des opérateurs booléens.

Il existe deux types de relations : les relations identifiantes et les relations non identifiantes (schéma 34).

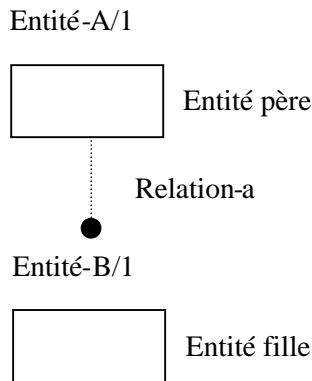
Entité à clé indépendante :
Nom d'entité/No.



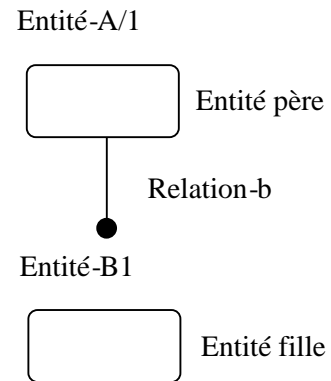
Entité à clé dépendante :
Nom d'entité/No.



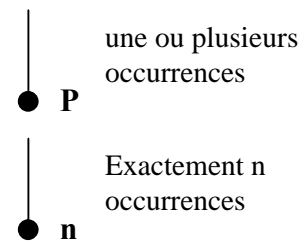
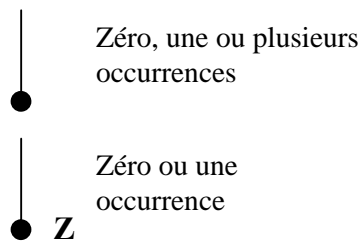
Relation non identifiante :



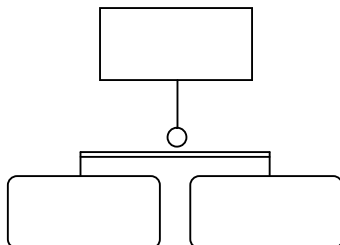
Relation identifiante :



Syntaxe des cardinalités des relations :



Catégorisation (complète) :



Entité
générique

Discriminant
Entité
spécialisées

Catégorisation (incomplète) :

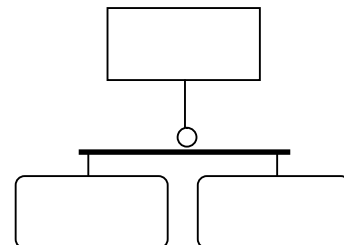


Schéma 34 : Notation IDEF1x [Panetto H., 2001]

Une *relation non identifiante* est une relation normale reliant deux entités à clé indépendante, c'est-à-dire deux entités régulières. Elle est repérée par un arc en trait pointillé.

Une *relation identifiante* est une relation reliant une entité à clé indépendante (l'entité père) et une entité à clé dépendante (l'entité fille). Dans ce cas, l'identifiant de l'entité fille contient l'identifiant de l'entité père (c'est la dépendance d'existence ou d'identification du modèle entité-relation). Elle est repérée par un arc en trait plein.

Règles devant être vérifiées par les relations :

- Chaque relation associe exactement deux classes d'entités.
- Dans une relation, chaque occurrence de l'entité fille est reliée à exactement une occurrence de l'entité père. Par contre, les occurrences de l'entité père peuvent être en relation avec zéro, une ou plusieurs occurrences de l'entité fille.
- Une entité fille dans une relation identifiante doit être une entité à clé dépendante.

Différents types de cardinalités peuvent être associés aux arcs des relations pour indiquer combien d'occurrences de l'entité fille peuvent être en association avec chaque occurrence de l'entité père. Il en existe quatre types principaux repérés par les lettres Z (0 ou 1). P (1 ou plus) ou n (exactement n occurrences) ou rien (cardinalité quelconque) et dont les significations sont données par le schéma 34.

Du fait qu'une relation IDEF1x ne comporte pas d'attributs, si on doit représenter une relation faisant intervenir des attributs, on doit modéliser cette relation comme une entité à clé dépendante reliée à ses entités dépendantes par des relations identifiantes. Le schéma 35 illustre ce cas pour modéliser le fait que des pièces sont stockées en une certaine quantité (Qté) dans des entrepôts. Dans ce cas, il faut créer les entités à clé indépendante Pièces et Entrepôts, une entité à clé dépendante Stockage et relier les entités par les relations Stockées-dans et Stockent, où l'entité Stockage apparaît comme entité fille dans les deux types de liens et impote les clés primaires des entités Pièces et Entrepôts.

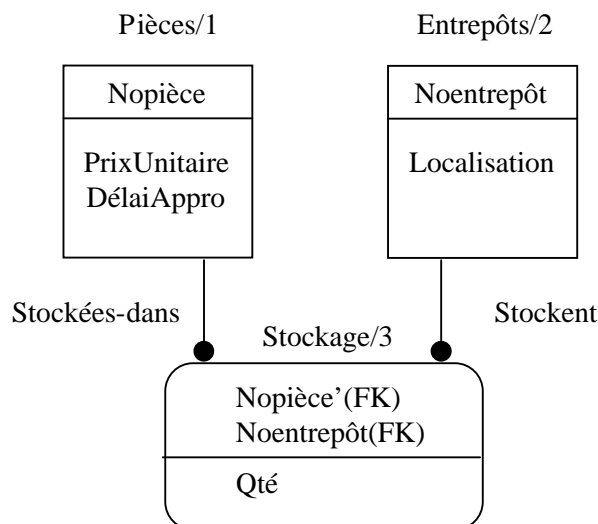


Schéma 35 : Exemple de relations en IDEF1x.

Remarque : Le schéma 35 illustre également un cas de relation de type « m : n » entre les entités Pièces et Entrepôts modélisée en IDEF1x. On voit qu'il faut alors créer une entité charnière à clé dépendante (dans ce cas, Stockage) avec les cardinalités appropriées sur chaque arc pour modéliser la relation.

V-3-3. Relations de catégorisation

IDEF1x définit la notion de catégorisation pour exprimer le fait que certains objets du monde réel sont des catégories d'autres objets.

La catégorisation consiste à relier une entité considérée comme générique (la superclasse) à des entités plus spécialisées et à clé dépendante (les sous-classes). Cette notion est équivalente au mécanisme de généralisation du modèle entité-relation étendu (liens « Sorte de »). Ainsi, toute occurrence d'une sous-classe doit être une occurrence de la superclasse.

Le mécanisme d'héritage d'attributs entre l'entité générique et ses entités spécialisées s'applique alors comme dans le cas du modèle entité-relation étendu.

Deux types de catégorisation sont proposés (schéma 34) :

- La *catégorisation complète* dans laquelle l'entité générique est partitionnée en n entités, deux à deux disjointes, et dont l'union donne l'entité générique (les entités spécialisées forment ainsi une partition de l'entité générique) ;
- La *catégorisation incomplète* dans laquelle les entités spécialisées sont seulement des sous-ensembles (non forcément disjoints) de l'entité générique.

Pour décider à quelle sous-classe doit être affectée une occurrence de la superclasse, on utilise un des attributs de l'entité générique, appelé *discriminant*, comme indiqué sur le schéma 34. Il sert de répartiteur d'occurrences.

Règles applicables aux relations de catégorisation :

- Chaque entité spécialisée dépend d'au plus une entité générique (pas d'héritage multiple de propriétés).
- Une entité spécialisée peut être une entité générique dans une autre relation de catégorisation, créant ainsi une structure hiérarchique d'entités.
- Une entité peut être une entité générique dans plusieurs relations de catégorisation (nécessitant alors plusieurs discriminants).
- Une entité spécialisée ne peut être une entité fille dans une relation identifiante.
- Les attributs de la clé primaire des entités spécialisées et de leur entité générique doivent être identiques.
- Toutes les occurrences d'une entité spécialisée ont la même valeur pour l'attribut discriminant.

V-3-4. Attributs, clés primaires et clés importées

Les attributs sont des propriétés des entités. Ils ont un nom qui leur est propre et sont caractérisés par leur type de données (entier, réel, chaîne de caractère, date...) IDEF1x n'admet pas les attributs à valeur indéfinie ou à valeur multiple.

Ces attributs peuvent être : *propres* (spécifiques à l'entité), *hérités* (cas de la catégorisation) ou *importés* (cas des entités à clé dépendante).

Une entité peut avoir un nombre quelconque d'attributs (au moins un) mais chaque attribut appartient à exactement une entité. Une entité peut avoir un nombre quelconque d'attributs hérités. Si une entité a des attributs importés, ceux-ci font partie de son identifiant.

L'identifiant d'une entité est sa clé primaire. Dans le cas où une entité peut avoir plusieurs identifiants, l'un est choisi comme clé primaire, les autres sont des clés secondaires. Un même attribut peut apparaître dans plusieurs clés d'une entité.

Règles applicables aux clés des entités :

- Une clé est composée d'un ou plusieurs attributs.
- Pour la clé primaire, on prend toujours la combinaison minimale d'attributs identifiant de manière unique chaque occurrence de l'entité.
- Dans le cas d'une entité à clé indépendante, toute clé est composée d'attributs propres à cette entité.
- Dans le cas d'une entité à clé dépendante, la clé primaire contient des attributs importés provenant des clés primaires des entités dans cette entité dépend.
- Dans le cas de clés composées, chaque attribut de l'entité n'appartenant pas à la clé doit dépendre de la clé toute entière et non pas d'une partie seulement (règle de dépendance fonctionnelle complète).
- Chaque attribut d'une entité qui n'appartient pas à la clé doit seulement dépendre de la clé primaire (ou des clés secondaires) et non pas d'autres attributs de l'entité (règle de non dépendance transitive entre attributs).

De plus, IDEF1x définit les règles suivantes pour faire migrer une clé d'une entité à clé indépendante vers une entité à clé dépendante dans une relation identifiante :

- La migration a toujours lieu de l'entité père vers l'entité fille.
- La totalité de la clé primaire de l'entité père doit migrer dans la clé de l'entité fille et ceci doit être vrai pour chaque relation liant l'entité père à l'entité fille.
- Les clés secondaires et les autres attributs d'entité ne peuvent jamais migrer.

V-3-5. Démarche de modélisation IDEF1x [Panetto H., 2001]

Le processus de création de modèle IDEF1x pour l'analyse d'un système d'information se compose de deux phases et d'un total de cinq étapes organisées comme suit.

Phase 1 : Modélisation de l'entreprise

- Etape 0 : Initialisation du projet

Le but de cette étape est :

- De définir les objectifs du projet (en précisant quels résultats sont attendus) ;
- De déterminer le périmètre d'étude du projet (limites et contenu du modèle) ;
- D'établir un planning d'étude (durée du projet et moyens humains et techniques nécessaires) et faire un budget ;

- De constituer une équipe d'analyse (comprenant un responsable de projet, une équipe d'analyse, les utilisateurs impliqués, les experts à consulter et un groupe de synthèse ou groupe d'évaluation) ;
- D'identifier les sources des documents à analyser, collecter les documents, interviewer les utilisateurs et établir des diagrammes IDEF0 des principales fonctions du système.

- Etape 1 : Définition des entités

Le but de cette étape est l'identification et la définition des entités du domaine à analyser. On commence par identifier les entités à partir des documents analysés ou à partir des explications des utilisateurs. Celles-ci sont alors répertoriées et consignées dans un glossaire d'entités contenant entre autres : le nom de l'entité, un code d'identification, une définition, la liste des entités synonymes et une référence au document source d'où provient l'entité.

- Etape 2 : Définition des relations

Dans cette étape, les relations de base entre entités sont identifiées et définies. Celles-ci peuvent être identifiées au moyen de matrices entités/entités en analysant les relations entre entités deux à deux. Chaque relation est consignée dans un glossaire de relations donnant le nom de la relation, une définition, l'entité père et l'entité fille. La définition des relations peut entraîner la création de nouvelles entités. Les deux glossaires sont alors mis à jour au fur à mesure de l'avancement du projet. A ce stade, on peut établir des diagrammes IDEF1x de représentation du modèle (entités et relations).

Sur la base de ces diagrammes, les relations peuvent être enrichies en indiquant les cardinalités, les relations inverse et les relations de catégorisation.

Phase 2 : Conception des bases de données

- Etape 3 : Définition des clés primaires

Le but de cette étape est de finaliser l'identification des relations et des entités en établissant la définition des clés de chaque entité. Ainsi, pour chaque entité régulière. La clé primaire est définie et les clés secondaires identifiées. Les relations sont analysées pour différencier celles qui sont identifiantes ou non. De même, les cas de relation de type « m : n » sont remplacées par des entités à clé dépendante (comme nous l'avons vu sur le schéma 35) . Les clés de toutes les entités à clé dépendante sont alors établies avec indication des clés importées.

- Etape 4 : Définition des attributs

Le but de cette dernière phase est de compléter la liste des attributs de chaque entité en définissant pour chacun son type de données. Ces informations sont consignées dans

un glossaire de données donnant le nom de l'attribut, sa définition, son type de données et sa source. On veillera à ce que les règles applicables aux attributs soient respectées, ce qui peut entraîner des modifications supplémentaires du schéma conceptuel obtenu et des glossaires.

V-4. Language EXPRESS

V-4-1. Présentation du langage EXPRESS [Bouazza M., 1995]

Le langage EXPRESS est un langage formel de spécification de schémas conceptuels de données [ISO, 1992]. C'est un langage basé sur le modèle entité-relation qui vient en complément à IDEF1x. Bien que n'étant pas un langage de programmation, EXPRESS est un langage informatique structuré permettant la description des aspects statiques des données (structures des données et contraintes d'intégrité) et de certains aspects dynamiques (fonctions et procédures). C'est un langage déclaratif qui permet de décrire un schéma entité-relation sans ambiguïté, sous forme explicite ou dérivée.

Une spécialisation en EXPRESS est nommée *schéma* (SCHEMA). Chaque schéma se compose de déclarations d'entités (ENTITY) mais peut aussi inclure la déclaration d'autres types d'objets comme des constantes, des types, des fonctions, des procédures et des règles.

Dans la suite, les mots réservés du langage EXPRESS seront écrits en lettres majuscules.

V-4-2. Schéma

Un schéma est un élément de structuration permettant de délimiter un domaine d'intérêt dans un modèle EXPRESS.

Sa déclaration commence par le mot réservé SCHEMA suivi du nom du schéma suivi de « ; » et se termine obligatoirement par END_SCHEMA suivi de « ; ».

Plusieurs schémas peuvent être stockés dans un même fichier mais l'imbrication de schémas n'est pas permise. Un schéma peut importer des entités d'autres schémas. Cette structuration du modèle en schémas permet :

D'une part, de gérer la complexité de modèles de grande taille en les décomposant en modules homogènes plus simples à manipuler ;

- D'autre part, de mettre en facteur commun des déclarations réutilisables par plusieurs applications dans des schémas peuvent être importés.

- Le squelette de déclaration suivant illustre la notion de schéma EXPRESS en utilisant un exemple portant sur la définition d'entités géométrique. Celles-ci sont organisées en trois schémas, un pour les entités linéaires, un pour les entités surfaciques et un pour les entités topologiques. Les commentaires commencent par « (* » et finissent par « *) ».

```

SCHEMA Géométrie_Linéaire ;
    ENTITY Point ;
    END_ENTITY ;
    ENTITY_Ligne ;
    END_ENTITY ;
(* autres entités du schéma *)
END_SCHEMA ;

SCHEMA Géométrie_Surfacique ;
    ENTITY Surface_Droite ;
    END_ENTITY ;
    ENTITY Surface_Gauche ;
    END_ENTITY ;
(* autres entités du schéma *)
END_SCHEMA ;

SCHEMA Entités_Topologiques ;
    (* Déclaration des entités topologiques *)
END_SCHEMA ;

```

Dans un schéma donné, pour utiliser des constructions provenant d'autres schémas, EXPRESS offre deux moyens, appelés *types d'interface*. Ces interfaces sont alors placées en tête du schéma appelant et sont notées :

- REFERENCE FROM schema1 (a1) ; : permet d'utiliser la déclaration extérieure a1 (entité, constante ou type) provenant de SCHEMA1 seulement comme un type dans le schéma appelant :
- USE FROM schema1 (a1) ; : permet d'utiliser la déclaration extérieure a1 provenant de SCHEMA1 comme si elle avait été définie dans le schéma appelant et peut être instanciée.

V-4-3. Entité

L'entité est un élément de modélisation permettant de définir une classe d'objets appartenant à un schéma.

Remarque : Un schéma EXPRESS permet seulement de définir des types d'objets et non les occurrences de ces types.

La déclaration d'une entité commence obligatoirement par le mot réservé ENTITY suivi du nom de l'entité puis de « ; » et se termine obligatoirement par END_ENTITY suivi de « ; ». A l'intérieur de la déclaration, se trouve la liste des attributs constituant la description de l'entité.

Chaque attribut est décrit par son nom suivi de « ; » puis de son type de données suivi de « ; ».

Exemple d'entité : Soit l'entité Personne décrite comme suit, où Nom est un type supposé définir par ailleurs comme une chaîne de caractères.

```

ENTITY Personne ;
    Nom_de_famille : Nom ;
    Prénom_usuel : Nom ;
    Autres_Prénom : OPTIONAL LIST [1 :?] OF Nom ;
    Age : NUMBER ;
END_ENTITY ;

```

V-4-4. Type de données et attributs

Pour la définition des attributs, EXPRESS offre différentes possibilités ; les types simples, les types ensemblistes et les types déclarés.

a) Types simples

Les types simples sont directement utilisés dans la définition des attributs. Ce sont les types de données usuels donnant une valeur à l'attribut. Leur identificateur est toujours écrit en majuscules et prend une des valeurs suivantes :

- INTEGER : pour un entier.
- REAL : pour un réel.
- BOOLEAN : pour les valeurs faux (FALSE) ou vrai (TRUE).
- LOGICAL : pour les valeurs vrai (TRUE), faux (FALSE) ou inconnu (UNKNOWN).
- BINARY : pour les expressions binaires (suite de 0 ou 1).
- STRING : pour les chaînes de caractères.

b) Types ensemblistes

Ce sont des types permettant de donner à l'attribut une ou plusieurs valeurs à une ou plusieurs dimensions. Les types de données ensemblistes de EXPRESS sont :

- ARRAY : permet la déclaration d'un tableau ou ensemble indexé d'éléments du même type. La dimension du tableau est fixe.
- BAG : permet la déclaration d'une ensemble d'éléments du même type, sans contrainte d'ordre. Sa dimension est optionnelle et la duplication d'éléments est permise.
- LIST : permet la déclaration d'un ensemble ordonné d'éléments du même type. Sa dimension est optionnelle et la duplication d'éléments est permise.
- SET : est un cas particulier de BAG qui permet la déclaration d'éléments distincts du même type. Sa dimension est optionnelle.

La dimension des ensembles indiquant le nombre minimum et maximum d'éléments est spécifiée par deux valeurs entre crochets séparées par « : » (par exemple, [1:10] pour une valeur à une dimension et [1:4, 0:10] pour une valeur à deux dimensions). Dans le cas où une des dimensions n'est pas bornée, la deuxième borne est notée « ? ».

L'exemple de l'entité Personne donne un exemple de déclaration de liste optionnelle de taille indéfinie (OPTIONAL LISTE [1:?] OF). Le mot réservé OPTIONAL indique que l'attribut peut prendre ou ne pas prendre de valeur (attribut partiel).

c) Types déclarés

Ils sont au nombre de cinq : ENTITY, DEFINED, GENERIC, ENUMERATION et SELECT . Ce sont des types définis par l'utilisateur à partir d'autres types ou de valeurs prédéfinies.

- ENTITY : permet d'utiliser une entité comme un type.
- DEFINED : permet de créer un nouveau type.
- GENERIC : sert à remplacer tout type de données.
- ENUMERATION : permet de définir une liste ordonnée de valeurs d'occurrences et uniquement celles-là.
- SELECT : permet la sélection d'un type parmi un ensemble d'alternatives.

Exemples : Soit à définir un ensemble de lignes de l'espace positif en z. Elles sont décrites par un identificateur, une couleur, un point origine et un point extrémité. L'identificateur est un type défini comme une chaîne de caractères, la couleur comme un type énuméré prenant soit la couleur rouge, jaune ou bleue et les deux points sont définis comme des entités Point dont la coordonnée z reste positive. Pour cela, on a défini un type Zpositif comme étant l'ensemble des réels positifs en utilisant une clause WHERE dans laquelle SELF représente la valeur de l'occurrence de Zpositif. Le type aoub fournit un exemple de type de sélection et donne à une variable de ce type soit une valeur entière, soit une valeur réelle.

```
TYPE a = REAL; END_TYPE;
TYPE b = INTEGER; END_TYPE;
TYPE aoub = SELECT (a, b); END_TYPE;
TYPE Identificateur = STRING; END_TYPE;
TYPE Couleur = ENUMERATION OF (rouge, jaune, bleu); END_TYPE;
TYPE Zpositif = REAL;
WHERE SELF > 0; END_TYPE;
```

```
ENTITY Point;
    Pid : Identificateur;
    X, y: REAL; z: Zpositif;
END_ENTITY;
```

```
ENTITY Ligne;
    Pid : Identificateur;
    Lcouleur: Couleur;
    Origine, Extrémité : Point;
WHERE Origine : <> : Extrémité;
END_ENTITY;
```

Remarque : La clause WHERE peut être utilisée dans les types ENTITY, DEFINED et SELECT. Par exemple, nous l'avons utilisée dans l'entité Ligne pour indiquer que les points origine et extrémité ne doivent pas être confondus.

d) Attributs dérivés et inverses

Attributs dérivés : Le concept d'attribut dérivé permet de déduire des attributs propres à une entité à partir de ses autres attributs en forçant une cohérence lorsqu'il y a redondance des informations. C'est un moyen de définir des contraintes d'intégrité portant sur les attributs d'une entité. Ces attributs sont définis dans la clause DERIVE de l'entité.

Exemple d'attribut dérivé : Soit l'entité Stock suivante. L'attribut Quantité_disponible est un attribut dérivé.

```
ENTITY Stock;
    Quantité_en_stock : INTEGER;
    Quantité_réserve: INTEGER;
DERIVE
    Quantité_disponible : INTEGER :=
        Quantité_en_stock - Quantité_réserve ;
END_ENTITY;
```

Attributs inverses : Lorsqu'une entité X a pour attribut une entité Y, il est parfois nécessaire de décrire cette relation dans le contexte de l'entité Y. L'attribut inverse permet alors de spécifier cette relation au niveau de Y. Les attributs inverses sont définis dans la clause INVERSE de l'entité.

Exemple d'attribut inverse : Soit l'entité Pièce ayant un nom et un historique listant les versions de cette pièce (il doit y en avoir au moins une). Dans l'entité Version, répertoriant toutes les versions de pièces, l'attribut inverse Produit fait le lien entre une version donnée et la pièce correspondante.

```
ENTITY Point;
    Nom_Pièce: STRING;
    Historique: LIST [1:?] OF Version;
END_ENTITY;

ENTITY Version;
    Numéro_version: STRING; Date_Création: Date;
INVERSE
    Produit: Pièce FOR Historique;
END_ENTITY;
```

V-4-5. Fonctions et procédures

Pour exprimer des algorithmes de calcul sur les valeurs des attributs, EXPRESS offre deux possibilités : la fonction (FUNCTION) et la procédure (PROCEDURE).

Fonction : une fonction est un algorithme qui opère sur des arguments (valeurs d'attributs) et qui retourne une seule valeur trouvée par l'algorithme et du type spécifié par la fonction.

Procédure : une procédure est un algorithme qui opère sur des arguments pour réaliser un traitement à l'endroit de l'appel de la procédure.

Les fonctions et les procédures peuvent utiliser des déclaration locales (définitions de constantes, de types ou de variables). Ces définitions locales sont suivies du code de la fonction ou de la procédure délimité par BEGIN... END;. Ce code peut être écrit en utilisant les instructions de langages de programmation comme Pascal incluant :

- L'affectation de variables ;
- L'instruction IF condition THEN instruction ELSE instruction;
END_IF;
- La boucle REPEAT... ; instruction ;... END_REPEAT;
- L'instruction CASE... AND_CASE; .

Exemples de déclaration de procédures et de fonctions:

```
PROCEDURE Nom_procedure (liste_paramètres);
    LOCAL
        ...(*déclarations locales*)
END_LOCAL;
BEGIN
    ...(*corps de la procédure*)
END;
END_PROCEDURE;
FUNCTION Nom_fonction (liste_paramètres): TYPE;
    ...(*déclarations locales et corps de la fonction
        comme pour la procédure*)
END_FUNCTION;
```

V-4-6. Règles

EXPRESS définit trois types de règles : les règles locales, les règles globales et les règles d'unicité. Ces règles servent à assurer la cohérence des données et doivent être satisfaites par les attributs des entités.

Règles locales : Une règle locale est toujours décrite à l'intérieur de l'entité dans la clause WHERE. Elle peut être composée de plusieurs parties, chacune étant une expression arithmétique identifiée par un nom suivi de « : ». Si la règle est composée de plusieurs parties, toutes doivent être vérifiées par les attributs de l'entité (sémantique du ET logique).

Exemple : Soit la règle suivante assurant qu'une sphère définie par son centre et son rayon a bien son rayon comme étant un réel strictement positif.

```
ENTITY Sphère;
    Centre: Point;
    Rayon: REAL;
WHERE
    rule1: Rayon > 0.;
END_ENTITY;
```

Règles globales : une règle globale permet de définir une contrainte d'intégrité applicable à l'ensemble des occurrences d'une ou plusieurs entités. Elle est spécifiée par une déclaration du type RULE utilisant la clause WHERE.

Exemple : La règle suivante s'applique à toutes les occurrences de l'entité Employé et assure que chaque employé a un seul directeur. SIZEOF est une fonction prédéfinie donnant le nombre d'occurrences dans un ensemble. Dans ce cas, l'ensemble est l'ensemble des occurrences emp de Employé telles que le titre de l'employé soit 'Directeur'. Si la règle devait porter sur plusieurs entités, leurs noms seraient indiqués dans la liste entre parenthèses après FOR et séparés par une virgule.

```
ENTITY Employé;
    Nom: Nom_de_personne;
    Titre: STRING;
END_ENTITY;
```

```

RULE Directeur_Unique FOR (Employé);
WHERE
    r1: SIZEOF ((emp < *Employé /
emp. Titre = 'Directeur') ) = 1;
END_RULE;

```

Règles d'unicité: Les règles d'unicité forment un cas particulier des règles locales et imposent à un ou plusieurs attributs de prendre une valeur unique pour chaque occurrence de l'entité. C'est un moyen de définir les clés des entités au moyen d'une clause UNIQUE.

Exemples de règle d'unicité : Pour assurer que Nopièce puisse être un attribut-clé de l'entité Pièce, nous écrivons :

```

ENTITY Pièce;
    Nopièce: STRING;
    Description: STRING;
    Prix: REAL;
UNIQUE
    url: Nopièce;
END_ENTITY;

```

V-4-7. Mécanismes d'héritage

EXPRESS autorise le mécanisme de généralisation/spécialisation et parle de super-types et de sous-types.

Un super-type permet de rassembler dans une entité ce qui est commun à plusieurs sous-types. Un sous-type possède ses propres attributs et hérite des attributs de tous ses super-types. EXPRESS autorise donc le multi-héritage. Si un sous-type hérite d'attributs de même nom issus de plusieurs super-types, il faut les différencier en les préfixant par le nom de leur super-type. Les règles (locales ou globales) applicables à un super-type sont également héritées par les sous-types. Un attribut déclaré dans un super-type peut être redéfini dans un de ses sous-types.

Le graphe des sous-types/super-types doit être acyclique.

Exemple de super-type et de sous-type : Dans cet exemple, les tours sont des machines et héritent de l'attribut Nom.

```

ENTITY Machine;
    Nom: Identificateur;
    Capacité: REAL;
END_ENTITY;

ENTITY Tour SUBTYPE OF (Machine);
    (*Attributs propres aux toutes*)
    Vitesse_de_coupe, Vitesse_avance: REAL;
END_ENTITY;

```

Il est parfois nécessaire de différencier les types de relation entre super-types et sous-types. Différents types de contraintes permettant de décrire toutes les combinaisons logiques possibles. Nous avons :

- ONEOF (ou exclusif) : indique que le super-type est un sur-ensemble de la partition de ses sous-types (par exemple, ENTITY a SUPERTYPE OF (ONEOF (b, c)) indique que des occurrences de a, a et b, a et c sont possibles, mais pas de a et b et c).
- ANDOR (ou inclusif) : indique que le supertype accepte les occurrences des sous-types simultanément ou séparément (par exemple, ENTITY a SUPER-TYPE OF (b ANDOR c) indique que des occurrences de a, a et b, a et c, et a et b et c sont possibles.
- AND (et) : indique que le supertype n'accepte les occurrences des sous-types que simultanément (par exemple, ENTITY a SUPERTYPE OF (b AND c) indique que des occurrences de a, a et b et c sont possibles ; les occurrences a et b ou a et c sont impossibles).

Ces opérateurs peuvent être combinés entre eux.

Exemples de déclarations de super-types :

```
(* exclusion de sous-types *)
ENTITY Personne SUPERTYPE OF
(ONE OF (Homme, Femme));
Nom: STRING; Date_de_naissance: Date;
END_ENTITY;
```

```
(* type définissant 3 options : cercle, ellipse ou cercle et
ellipse *)
ENTITY Conique SUPERTYPE OF
(Cercle ANDOR Ellipse);
Centre: Point; Couleur: STRING;
END_ENTITY;
```

```
(* type définissant 2 options : marche et voiture ou
bicyclette *)
ENTITY Moyen_de_transport SUPERTYPE OF
(ONE OF Marche AND (Voiture, Bicyclette));
Vitesse: REAL;
END_ENTITY;
```

L'organisation générale d'un schéma EXPRESS consiste à déclarer successivement :

- a) les constantes ;
- b) les types de données ;
- c) les fonctions et procédures ;
- d) les entités;
- e) et enfin les règles globales d'un schéma conceptuel de données.

V-5. Conclusion

La modélisation des données et des systèmes d'information au sein d'une entreprise est une tâche relativement fréquente pour la mise en place des systèmes informatisés et qui demande à être réalisée avec soin. En effet, la performance du système implanté et ses capacités d'évolution seront largement tributaires du schéma conceptuel ainsi élaboré.

Dans cette partie, afin de rester dans le strict cadre de la modélisation en entreprise, nous nous sommes volontairement limités à la modélisation des structures de données, sans tenir compte des aspects relatifs aux traitements qui manipulent ces données comme le font en général les méthodes de Génie Logiciel telles que MERISE ou Object Modeling Technique [Rumbaugh J., 1991]. Dans notre cas, les traitements sur les données sont pris en compte dans la voie fonctionnelle des activités d'entreprises.

En résumé, la démarche que nous retenons pour l'analyse des aspects informationnels consiste à :

- 1- Modéliser le système d'information au niveau expression des besoins en termes de vues d'objet et d'objets d'entreprise avec les constructs de CIMOSA ;
- 2- En dériver un modèle IDEF1x au niveau conceptuel en termes d'entités, relations et diverses contraintes et valider ce modèle avec les utilisateurs ;
- 3- Spécifier le système du point de vue informatique au moyen du langage EXPRESS.

Chapitre VI : Modélisations relatives aux ressources (techniques et humaines).

VI-1. Introduction

Après avoir présenté la modélisation des processus, puis celle des objets d'entreprise (ou « objets processés ») dans les parties précédentes, cette partie aborde la modélisation des ressources ou agents processeurs, c'est-à-dire de « ceux qui font ».

Présentes à tous les niveaux de l'entreprise, qu'elles soient humaines ou matérielles, les ressources forment le troisième axe majeur dans le processus de modélisation de l'entreprise. Elles constituent le sous-système physique de l'entreprise qui comprend les moyens de production et de transport (machines, organes de stockage, transporteurs), les opérateurs humains, les applications et matériels informatiques et leurs relations.

Ainsi, les modèles classiques utilisés par le passé, et souvent réduits à de simples expressions fiables ou à des schémas organisationnels, ont tendance à évoluer vers des structures de données plus complètes décrivant à la fois les aspects statistiques de la ressource mais aussi ses aspects fonctionnels et dynamiques.

VI-2. Opérations fonctionnelles et aptitudes

Avant d'aborder la modélisation d'une ressource, il est utile de revenir sur les concepts d'opération fonctionnelle et d'ensemble d'aptitudes et de compétences introduits dans les parties précédentes. Comme le montre le schéma 36, ces deux concepts constituent une charnière logique entre le modèle de ressources que l'on veut établir et le modèle de processus déjà établi.

Rappelons qu'une opération fonctionnelle est une granule de fonctionnalité d'une part offerte par une ressource et d'autre part nécessaire à la réalisation d'une activité donnée. Un ensemble d'aptitudes, quant à lui, décrit les différentes potentialités que peut fournir une ressource ou qui sont requises par une activité. L'équivalence entre aptitudes requises par les activités et aptitudes réellement disponibles chez les ressources n'est pas vérifiée *a priori* lors de la définition du système mais sera affiné au cours de sa conception et de sa réalisation.

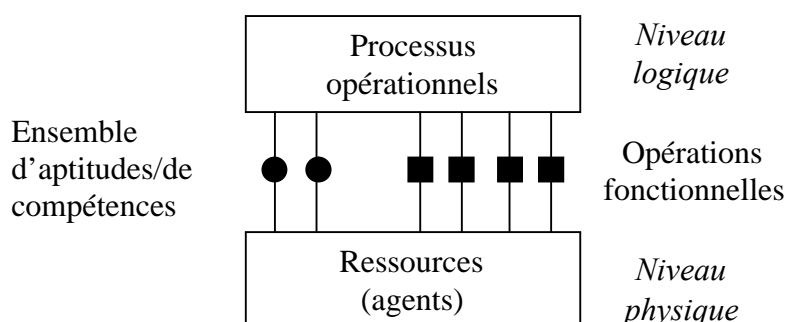


Schéma 36 : Relations entre modèles de processus et de ressources. [Vernadat F., 1999]

Les opérations fonctionnelles ainsi que les compétences ou aptitudes constituent le lien entre le modèle logique de l'entreprise et le modèle des ressources physiques. La séparation entre ces deux aspects de modélisation découle des points suivants :

- Dans les unités fortement automatisées, les ressources sont souvent capables d'assumer plusieurs fonctions (centres d'usinage, robots...) et ne sont affectées aux opérations de fabrication qu'au dernier moment. De plus, dans la phase de modélisation, on ne sait pas *a priori* laquelle de ces ressources sera dédiée à la réalisation de telle ou telle activité.
- Dans les phases de définition des besoins et de conception de nouvelles installations industrielles, on ne sait pas à l'avance quelles seront les ressources disponibles et quelle sera leur affectation. Par contre, on est censé connaître les besoins inhérents aux fonctions de l'entreprise à développer. Dans ce cas, on est obligé d'utiliser la correspondance entre opérations fonctionnelles et aptitudes ou compétences pour établir les besoins exacts en ressources. Cela revient à définir un cahier des charges des besoins effectifs en ressources.

VI-3. Définition et types de ressources

Une ressource est une entité (humaine ou technique) qui, lorsqu'elle est disponible, joue un rôle dans la réalisation d'une certaine catégorie de tâches.

Suivant le rôle joué par la ressource dans la tâche, on peut immédiatement distinguer deux types fondamentaux de ressources : les ressources inertes, appelées *composants*, et les ressources actives, appelées *entités fonctionnelles*.

Un composant (par exemple, un outil, un chariot manuel ou un fichier de données) ne peut fournir d'opérations fonctionnelles. Pour être utile, il doit être utilisé par une entité fonctionnelle. L'entité fonctionnelle quant à elle peut exécuter des ordres ou commandes sur simple requête en provenance d'un agent extérieur et peut même décider de son propre comportement, dépendamment de son degré d'intelligence. Les entités fonctionnelles et les composants peuvent être associés pour former des entités fonctionnelles de niveau agrégé.

Nous distinguons trois types fondamentaux d'entités fonctionnelles :

- Les ressources matérielles (ou machines) ;
- Les ressources humaines (ou opérateurs) ;
- Les applications informatiques (ou logiciels).

VI-4. Modèle de ressources

Contrairement aux vues fonction et information, peu de méthodes de modélisation bien établies existent pour la vue des ressources.

Le concept de ressource a très souvent été négligé au profit de la modélisation de la seule activité d'entreprise, la ressource n'étant considérée à cette échelle que comme un simple attribut lié au modèle de l'activité (comme par exemple, l'entrée mécanismes dans IDEF0).

Récemment, la méthodologie CIMOSA a été l'une des premières approches de modélisation à établir un cadre formel pour la description des ressources de l'entreprise en les considérant comme des entités à part entière et en interaction avec le reste du modèle, en particulier avec le modèle de processus. Il existe par ailleurs dans CIMOSA deux constructs pour la modélisation des ressources. Le premier nommé Ressource décrit l'objet ressource proprement dit et sert de « registre » à la description de cette ressource. Le deuxième, nommé Ensemble d'aptitudes, modélise les aptitudes ou compétences que peut fournir la ressource aux activités de l'entreprise.

VI-4-1. Modèle de données

Les principaux attributs que l'on rencontre dans la description de la plupart des types de ressources sont les suivants.

a) Attributs généraux

Ceux-ci concernent le nom et l'identification de la ressource, son type, sa description et toute autre information d'ordre général et descriptif (Ils n'ont pas d'influence dans les algorithmes de gestion et de traitement des ressources).

b) Capacité de charge

La capacité d'une ressource est le nombre d'unités à traiter que la ressource peut traiter par unité de temps (par exemple, une machine peut produire 1000 pièces par jour). Ce nombre peut être pondéré par un coefficient (en pourcentage) donnant le taux d'occupation de la ressource (par exemple 80%) pour tenir compte des temps morts ou des interruptions.

Une ressource à *capacité infinie* peut traiter un nombre infini d'unités par unité de temps.

La charge est le nombre d'unités que doit traiter la ressource sur un horizon donné (ou par unité de temps).

c) Attributs relatifs à la gestion

Ces attributs précisent la disponibilité de la ressource (ou intervalles de temps pendant lesquels la ressource est disponible ou indisponible), quand elle doit être mise en maintenance, si la ressource est partageable ou non et si la ressource est consommable (matières premières, outils) ou non (équipements).

On trouve également dans cette catégorie l'ensemble des attributs qui spécifient la manière dont les ressources sont affectées à la réalisation des tâches de l'entreprise. Il peut s'agir soit de règles de priorité courantes (LIFO, FIFO, plus petit temps opératoire, random) ou de règles plus complexes telles que des programmes d'ordonnancement prenant en compte des critères spécifiques à l'entreprise.

d) Attributs relatifs à la fiabilité

Ce sont des données relatives aux lois de panne, établies selon les spécifications fournies par le constructeur ou d'après des résultats expérimentaux d'échantillonnage sur le fonctionnement de la ressource. On trouve dans cette catégorie des attributs tels que le MTBF (temps moyen de bon fonctionnement), le MTTR (temps moyen de remise en état), le planning de maintenance préventive ou bien des attributs plus qualitatifs portant sur les effets des pannes et les types d'intervention sur site. Pour les ressources humaines, on parlera de disponibilité.

e) Attributs concernant les aptitudes

Les aptitudes définissent les capacités à réaliser une tâche donnée. Par exemple, l'aptitude d'une colonne à distiller est de séparer deux liquides initialement mélangés. Dans le cas de ressources humaines, on parle plutôt de compétences. Par exemple, un chef de service doit avoir les compétences nécessaires pour l'organisation et la direction d'un groupe de travail. Les notions d'aptitude et de compétence font partie des notions clés dans la modélisation des ressources. Elles sont détaillées dans une section suivante de ce chapitre.

f) Attributs relatifs aux opérations fonctionnelles

D'après CIMOSA, la liste des opérations fonctionnelles établit l'ensemble des opérations ou actions ou services que la ressource peut exécuter sur demande. Un servo-mécanisme qui commande l'ouverture et la fermeture d'une vanne peut par exemple avoir deux opérations fonctionnelles, à savoir ; *ouvrir_la_vanne* et *fermer_la_vanne*. Une opération fonctionnelle peut aussi être une transaction sur une base de données.

La liste d'attributs que nous venons de citer est loin de posséder un caractère général et absolu. Chaque entreprise étant différente, le modélisateur devra choisir la famille d'attributs la plus adaptée vis-à-vis de son problème et de l'usage de son modèle. Ainsi, dans le cas d'une application d'hygiène et sécurité, on peut envisager d'introduire des attributs spécifiques à cette application comme le niveau sonore ou l'indice d'émissions polluantes des machines utilisées.

VI-4-2. Modèle dynamique [Vernadat F., 1999]

Le modèle dynamique d'une ressource décrit la logique de fonctionnement de la ressource dans le temps.

Ce modèle ne trouve sa justification que dans les applications où l'étude de la dynamique de la ressource est importante et doit être prise en considération ; par exemple, pour la simulation, l'ordonnancement ou la supervision.

Dans la logique de fonctionnement de la ressource, on peut distinguer deux types de règles opératoires :

- Celles représentant le fonctionnement interne (ou intrinsèque) de la ressource (usures, pannes...);
- Celles représentant la partie gestion (ou externe) de la ressource : elles correspondent à la conduite de la ressource lorsque celle-ci dépend de l'état de la ressource.

Ces deux vues sont souvent réunies pour ne former qu'une seule entité : le modèle dynamique de la ressource.

Le modèle dynamique de la ressource permet de prévoir le comportement global de l'entreprise et de mesurer l'effet de chaque ressource sur l'ensemble de l'entreprise. Il permet en outre dans des applications telles que l'évaluation de performances d'étudier l'impact à long terme de chaque ressource sur la dynamique de l'entreprise.

La manière dont on décrit ce modèle dynamique varie d'une application à l'autre et d'une entreprise à l'autre. Souvent, et en chimie par exemple, les ressources sont décrites à l'aide d'équations différentielles alors que dans le domaine manufacturier le modèle dynamique des ressources est souvent décrit par des réseaux de Petri ou des diagrammes de type GRAFCET.

La construction du modèle dynamique fait par ailleurs appel à un certain nombre d'attributs précédemment définis dans le modèle de données, en particulier ceux relatifs à la fréquence des pannes, la durée des pannes, les durées opératoires, le calendrier de disponibilité, etc. Ces paramètres temporels sont très utiles pour les applications de simulation.

Le schéma 37, illustre un tel modèle dynamique en adoptant une représentation graphique très fréquemment utilisée où les nœuds représentent les différents états possibles de la ressource (Libre, Active, Panne, Réparation, Entretien) et les arcs, les transitions d'un état à un autre.

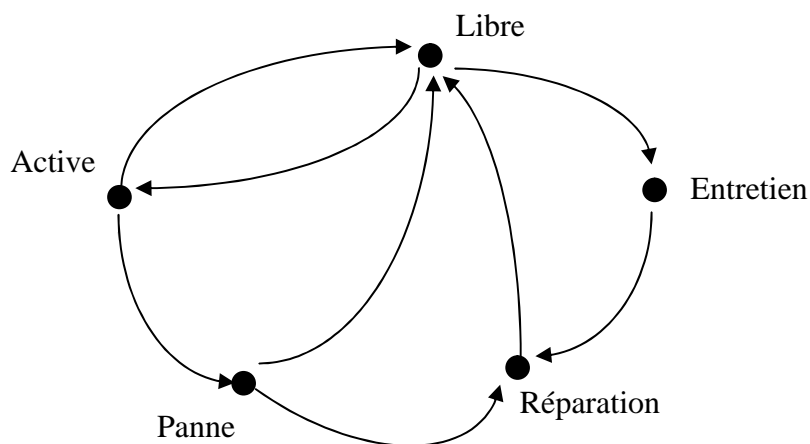


Schéma 37 : Diagramme d'état d'une machine-outil.

VI-5. Modélisation hiérarchique

La modélisation de dizaines (voire de centaines) de ressources est une tâche souvent complexe et son organisation fastidieuse. Une façon de contourner le problème et de gérer cette complexité consiste à opter pour une modélisation hiérarchique de l'ensemble des ressources disponibles. Cette vision hiérarchique est basée sur une décomposition structurelle de la ressource, c'est-à-dire de décomposer dans un premier temps l'ensemble des ressources en plusieurs niveaux de composants plus simples à modéliser et d'établir par la suite des relations entre les composants de ces différents niveaux.

Cette décomposition structurelle peut être justifiée par une décomposition fonctionnelle de la ressource. Le schéma 38 montre comment on peut décomposer une ressource complexe, en l'occurrence une machine-outil, en plusieurs sous-systèmes, eux-même décomposables. Ces sous-systèmes constituent alors autant d'organes fonctionnels à modéliser, mais qui ont l'avantage d'être moins complexes à décrire que la ressource initiale.

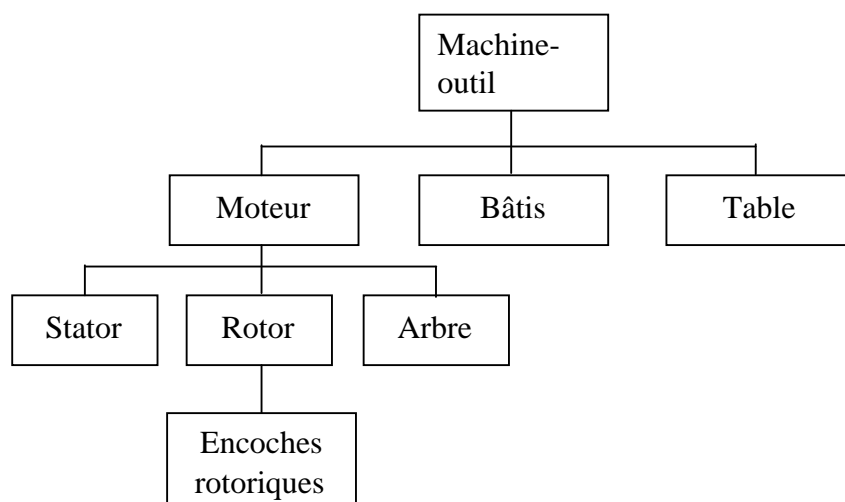


Schéma 38 : Description hiérarchique d'une machine-outil.

D'une manière très générale, on peut envisager trois types de relations de base pour former une hiérarchie structurelle qui permettent de tenir compte d'un bon nombre de cas réels.

- *est_une_partie_de* : Ce type de relation sert à relier les composants d'une ressource mère ; on parle alors d'une relation de composition (lien partie-de). Par exemple, le moteur est-une-partie-de la machine-outil (Schéma 38).
- *est_une_spécialisation_de* : Ce type de relation sert à décrire les différentes sous-classes d'une même ressource. Cette spécialisation a un caractère exclusif (lien sorte-de). Par exemple, une fraiseuse et un tour sont deux spécialisations du type machine-outil.
- *est_une_occurrence_de* : Dans le cas de ressources nombreuses et identiques, il suffit de déclarer un seul modèle pour ce type de ressource (ou classe) et de déclarer chaque ressource comme une occurrence de cette classe. Cette approche évite de dupliquer inutilement le même modèle.

VI-6. Aptitudes et compétences [Levy-Leboyer C., 1996]

Aptitude et compétence sont deux notions très voisines. Toutes deux traduisent une disposition naturelle ou une qualification pour certaine chose. Nous décidons d'utiliser le terme *aptitude* pour tout type de ressource à cause de son caractère technique et de réserver le terme *compétence* pour les ressources humaines à cause de sa connotation relative au savoir, à l'habilité et à la personnalité des individus.

VI-6-1. Aptitudes

Une aptitude décrit une caractéristique ou une habilité technique d'une ressource traduisant sa capacité à être apte à effectuer certaines tâches. Une aptitude peut être décrite soit sous forme d'une valeur ou d'un ensemble de valeurs d'une grandeur ou d'une caractéristique, soit par une contrainte technique.

Dans le cas d'un logiciel d'ordonnancement, celui-ci doit pouvoir être lié à divers aspects des tâches à réaliser. On peut ainsi distinguer les aspects :

- Fonctionnels : trouver et visualiser un ordonnancement ;
- Relatifs aux objets traités : taille de l'ordonnancement limitée à 100 opérations ; maximum de 30 machines ;
- De performance : trouver la solution en moins de 3 mn ;
- Opérationnels : utiliser les règles LIFO, FIFO, SPT...

VI-6-2. Compétences

La notion de compétence est fortement liée à la notion de connaissance et de savoir. Elle peut être définie comme suit.

Les compétences concernent la mise en œuvre intégrée d'aptitude, de traits de personnalité et aussi de savoir, pour mener à bien une mission.

Une compétence est donc une caractéristique d'un individu (ou d'un système intelligent) qui peut se mesurer ou se prêter à l'évaluation en fonction de l'objectif à atteindre.

Exemple de compétences :

- Connaissances théoriques (acquises en formation).
- Compétences linguistiques (maîtrise des langues).
- Compétences managériales ou d'encadrement.
- Capacité à travailler en équipe.
- Capacité à résoudre des conflits.
- Capacité à garder son sang-froid en situation de stress.

On voit ainsi qu'on peut distinguer les compétences apprises, c'est-à-dire le savoir appris et sanctionné par un diplôme, et les compétences développées, c'est-à-dire le savoir ou les aptitudes développés avec l'expérience. A cela, il faut ajouter les aptitudes naturelles de l'individu que sont les traits de caractère.

On peut distinguer trois catégories fondamentales de compétences :

- les *savoir* : il s'agit des compétences apprises, essentiellement les savoirs théoriques et les savoirs procéduraux tels que règles de bon sens, codes ou règlements;
- les *savoirs-faire* : il s'agit des compétences relatives à la mise en œuvre des savoirs théoriques ; ils sont issus de pratique ou de l'observation ;

- les *savoir-être* : il s'agit des traits de personnalité (caractère de la personne et qualités relationnelles), de ses valeurs morales mais aussi de ses savoir-faire-faire. Enfin, tout comme nous avons parlé d'aptitudes acquises et requises, nous pouvons parler de *compétences requises* par les individus d'une entreprise par opposition aux *compétences requises* par les tâches (ou activités) à effectuer dans l'entreprise. C'est la mise en adéquation de ces deux types de compétences qui permettra d'optimiser l'affectation des personnes les mieux qualifiées aux divers postes de travail. Le schéma 39, résume les liens entre les divers concepts qui sous-tendent la notion de compétence de la méthode IDEF1x.

VI-6-3. Intérêts de la modélisation des aptitudes et compétences

Pour une entreprise donnée, il peut être intéressant d'analyser dans le détail les aptitudes et compétences requises par une tâche ainsi que les aptitudes et compétences offertes par une ressource pour deux raisons majeures :

- au niveau de la définition d'une tâche, c'est-à-dire d'une ou plusieurs activités, cette analyse va permettre de spécifier précisément le profil requis de la personne ou de la ressource à utiliser pour réaliser cette tâche : ce profil peut être amené à évoluer dans le temps ;
- au niveau de la réalisation de la tâche, connaissant le profil requis pour la tâche et connaissant le profil des ressources disponibles, on peut envisager de sélectionner dynamiquement la ressource la mieux appropriée pour cette tâche.

Ces notions d'aptitude et de compétence viennent bien en complément de la notion d'opération fonctionnelle pour assurer un découplage bien défini entre ressources et activités d'entreprise.

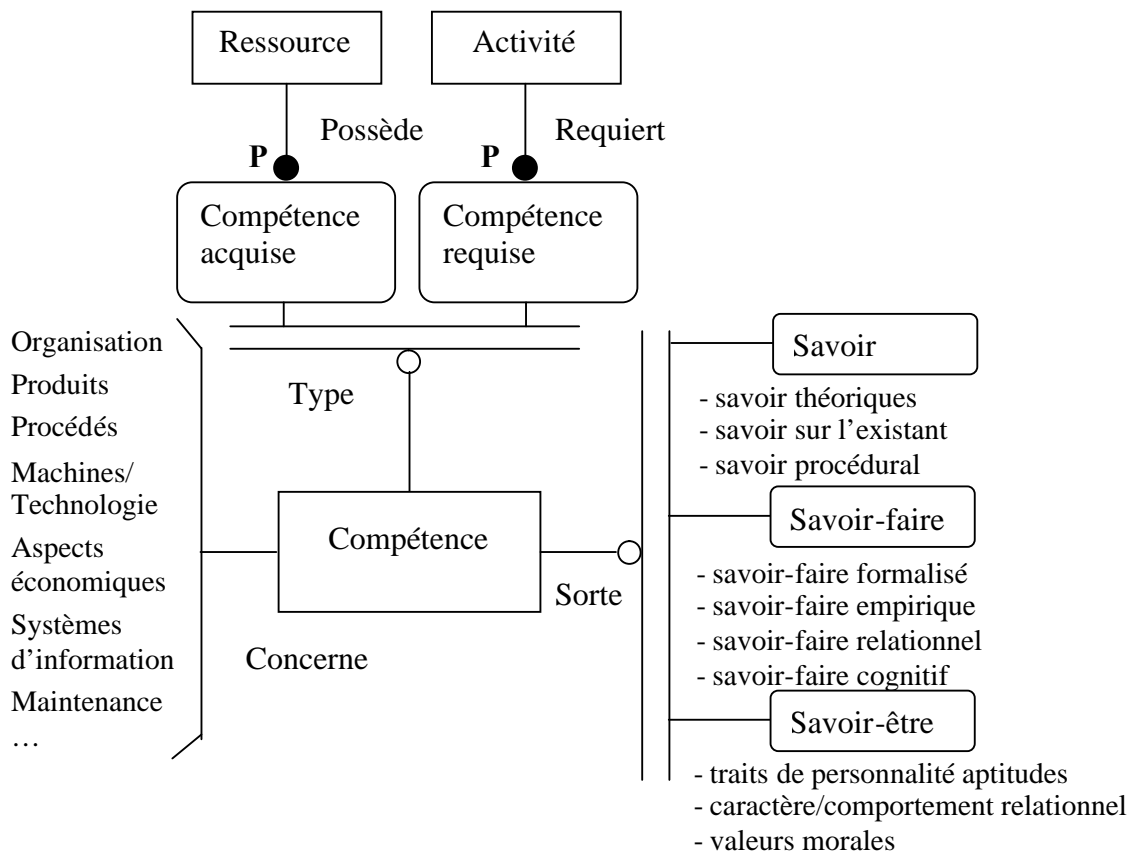


Schéma 39 : Modèle conceptuel pour les compétences. [Vernadat F., 1999]

VI-7. Modélisation des ressources

Comme indiqué précédemment, nous utilisons les deux éléments de modélisation ou constructs issus de CIMOSA [Amice, 1993] pour la description des ressources. Ils sont définis comme suit.

VI-7-1. Ressource

Ce construct sert aussi bien à décrire des composants inactifs que des entités fonctionnelles de l'entreprise au moyen de la structure de données suivante. Dans le cas des entités fonctionnelles, il est impératif de définir un ou plusieurs ensembles d'aptitudes associés et le construct doit indiquer la liste des opérations fonctionnelles (services) offertes par cette ressource. Les opérations fonctionnelles sont décrites par un verbe suivi de la liste de paramètres nécessaires indiqués entre parenthèses en paramètres d'entrée (IN) et de sortie (OUT).

RESSOURCE

Identifiant : identificateur de la ressource (FE-xxx pour une entité fonctionnelle ou CP-xxx pour un composant, où xxx est un numéro d'ordre).

Nom : nom de la ressource

Description : bref descriptif de la ressource (texte)

Ensemble-Aptitudes : identifiant et nom de l'ensemble d'aptitudes associé à ce type de ressource

Classe : « Entité Fonctionnelle » ou « Composant »

Cardinalité : nombre d'occurrences de cette classe de ressources. Si la cardinalité est « 1 », la classe décrit l'occurrence

Ensemble-Opérations : liste des opérations fonctionnelles que peut effectuer la ressource, décrite sous la forme : nom-opération-fonctionnelle (IN paramètres-entrée, OUT paramètres-sortie). Si la ressource est un composant, cette liste doit être vide.

Propriétés : identifiant et nom de la vue d'objet contenant des attributs descriptifs de la ressource tels que capacité, localisation, lois de panne... Cette vue d'objet peut être définie sur un objet d'entreprise qui décrit alors l'objet ressource.

Structure :

Partie-de : lien de composition avec la ressource mère

Comprend : lien de composition avec les objets composants

Cette description générique peut être spécialisée, c'est-à-dire que d'autres attributs plus spécifiques peuvent lui être ajoutés, suivant qu'il s'agit de :

- Ressources matérielles.
- Ressources humaines.
- Ressources informatiques

VI-7-2. Ensemble d'aptitudes

Ce construct sert aussi bien à décrire des aptitudes requises par une activité que des aptitudes acquises par une entité fonctionnelle au moyen de la structure de données suivante, dans laquelle on retrouve l'ensemble des types d'aptitudes et de compétences discutées précédemment dans ce chapitre :

ENSEMBLE D'APTITUDES

Identifiant : identificateur de l'ensemble d'aptitudes de la forme CS-xxx où xxx est un numéro d'ordre

Nom : nom donné à l'ensemble d'aptitudes

Aptitudes :

Fonctionnelles : liste des aptitudes liées à la fonction à réaliser

Relatives-aux-Objets : liste des aptitudes relatives aux objets à manipuler dans la fonction

De-Performance : liste des aptitudes relatives aux performances de la fonction à réaliser

Opérationnelles : liste des aptitudes de nature opérationnelle (c'est-à-dire relatives aux modes opératoires)

Compétences : liste des compétences relatives au savoir, savoir-faire ou savoir-être acquis ou exigés d'un individu (pour les entités fonctionnelles de type personne uniquement)

VI-8. Méthodologie pour la modélisation des ressources [Vernadat F., 1999]

Suite aux développements présentés dans cette partie, nous pouvons imaginer une démarche globale pour la modélisation des ressources d'une entreprise. Cette démarche ne se prétend pas universelle ni unanime mais tente d'éclairer le lecteur sur une voie possible et assez généraliste (ne reposant sur aucun outil particulier ni type d'entreprise particulière) pour mener à bien son projet de modélisation des ressources pour une application donnée.

Le processus est le suivant :

- 1- Recensement de l'ensemble des opérations fonctionnelles identifiées lors de la spécification du modèle de processus de l'entreprise et plus particulièrement lors de la modélisation des activités composant ce processus. A ce stade, on ne doit pas poser le problème de savoir si effectivement il y a correspondance entre les capacités désirées et les possibilités réelles des ressources présentes dans le système. Cette question devient un point clé lorsqu'on aborde les étapes de conception.
- 2- Etablissement d'un modèle de description hiérarchique pour l'ensemble des ressources identifiées dans l'entreprise.
- 3- Sélection des ressources qui doivent figurer dans le modèle d'entreprise. Seules les ressources servant en entrée/sortie ou en support aux activités sont prises en compte.
- 4- Définition d'un modèle de données et d'un modèle dynamique pour l'ensemble des ressources sélectionnées dans l'étape 3. Le modélisateur doit se servir dans cette phase du diagramme hiérarchique établi dans l'étape 2 pour utiliser avec profit l'héritage de propriétés comme méthode rapide et économique lors de la modélisation (on cherchera à hériter un maximum de propriétés possibles).
- 5- Les modèles dynamiques des ressources sont testés et validés par simulation pour être sûr qu'ils correspondent à la réalité de l'entreprise et se comportent comme le désire le modélisateur.
- 6- Répéter les étapes 2 à 5 jusqu'à l'obtention d'un modèle valide et satisfaisant.
- 7- Intégrer les modèles des différentes ressources dans le modèle global de l'entreprise aux côtés du modèle de processus et du modèle d'information.

VI-9. Conclusion

L'approche suggérée dans ce chapitre consiste à bien distinguer la modélisation des ressources de celle des processus. En effet, ces deux types d'entité ont des comportements fondamentalement différents dans l'entreprise. L'art du gestionnaire est de concilier ces deux comportements pour atteindre les objectifs que se fixe l'entreprise. Si de nombreux outils de simulation suivent déjà cette approche en fournissant des blocs de modélisation appelés activités et serveurs, il n'en va pas toujours de même pour les méthodes et outils de modélisation utilisés pour la modélisation en entreprise.

Un moyen de rendre plus efficace la tâche de modélisation des ressources serait de construire des bibliothèques de modèles partiels des principaux types de ressources utilisées, et ce par secteur d'activité d'entreprise. Une fois testées et validées, ces bibliothèques pourraient être incorporées dans les outils de modélisation et de simulation.

Chapitre VII : Modélisation des aspects organisationnels.

VII-1. Introduction

Après avoir vu comment décrire les divers composants de l'entreprise, cette partie montre comment ces composants peuvent être organisés et coordonnés pour former un tout répondant aux objets que se fixe l'entreprise.

Il s'agit de décrire une structure organisationnelle définissant le nombre de niveaux de décision, les centres de décision associés à chaque niveau en termes de postes, unités de départements, et les responsabilités et autorités affectées à chaque centre pour permettre à l'entreprise d'atteindre le niveau de performance désiré pour réaliser ses objectifs.

Cependant, tout comme pour la vue ressources, il n'existe pas de méthode formalisée et universelle pour la description des structures organisationnelles. Une fois encore, c'est la méthode CIMOSA qui nous fournira des constructs structurés pour la description de l'organisation de l'entreprise .

VII-2. Organisation des entreprises [Mintzberg H., 1999]

D'après Mintzberg, dans la définition de l'organisation d'une entreprise, il faut distinguer d'une part la structure organisationnelle et d'autre part la coordination des tâches. En effet, dans toute entreprise, plus le champ d'activités s'élargit, plus il y a de tâches et de responsabilités. Il s'ensuit qu'on a un flux d'autorité qui vient s'ajouter aux flux d'information et de décision.

Ainsi, l'organisation est définie par la somme de moyens employés pour diviser le travail en tâches distinctes et pour ensuite assurer la coordination nécessaire entre ces tâches.

VII-2-1. Structure organisationnelle

La structure organisationnelle d'une entreprise correspond à la description des entités organisationnelles et des rapports qu'elles ont entre elles, ainsi qu'aux liaisons hiérarchiques existant entre leurs responsables à différents niveaux. Elle est décrite par un schéma de répartition des tâches et des responsabilités à l'intérieur de l'entreprise. En pratique, ce schéma est communément appelé un organigramme.

Une entité organisationnelle peut représenter un poste (manuel ou automatisé), une unité ou zone de travail (ensemble de postes), un service, un département, une division, etc.

A chaque entité organisationnelle, on peut associer :

- un *responsable* : ce doit être un individu ;
- des *responsabilités* : ce dont il est tenu pour responsable devant l'entreprise ;
- des *autorités* : des droits qui lui sont conférés et qui éventuellement peuvent lui être exclusifs.

Exemple : Pour un service de traitement des commandes client, le service peut être composé de plusieurs postes occupés chacun par un individu, le responsable est le chef de service, les responsabilités sont de traiter et d'effectuer le suivi de l'ensemble des commandes des clients dans les meilleurs délais et les autorités sont d'accepter ou de refuser les commandes des clients ou de renégocier les délais de livraison aux clients.

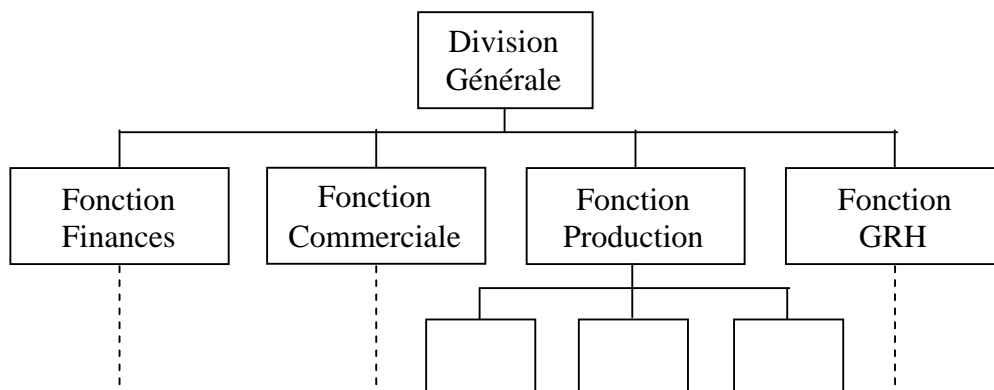
VII-2-2. Représentation de la structure organisationnelle [Flory A., 1996]

L'organigramme n'est qu'une représentation partielle de la structure de l'organisation sous forme d'un arbre ou d'une matrice. Parmi les formes de structures les plus connues, nous pouvons citer (schéma 40) :

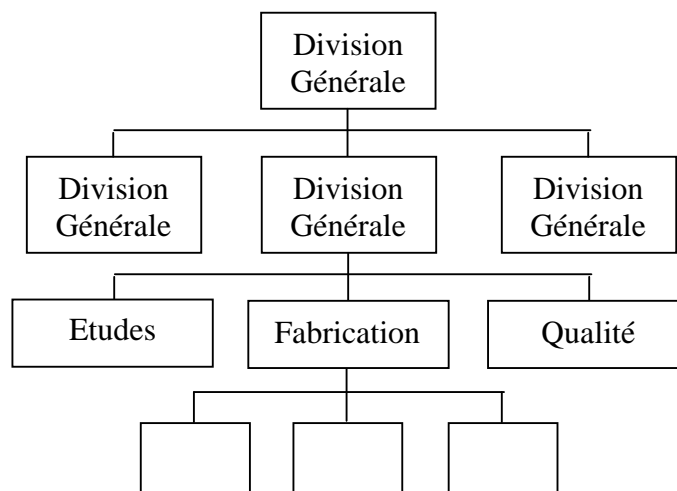
- La forme fonctionnelle : les entités organisationnelles et leurs responsabilités et autorités sont réparties hiérarchiquement par domaine fonctionnel (finances, fonction commerciale, production, gestion des ressources humaines ou GRH, etc.) ;
- La forme divisionnelle : les entités organisationnelles et leurs responsabilités et autorités sont organisées hiérarchiquement par division (par exemple, Produit A, Produit B, etc.) ;
- La forme matricielle : les entités organisationnelles et leurs responsabilités et autorités sont organisées par fonction et par division sous forme d'une matrice.

Ainsi, pour que la description de la structure organisationnelle soit complète, il faut s'assurer que celle-ci précise :

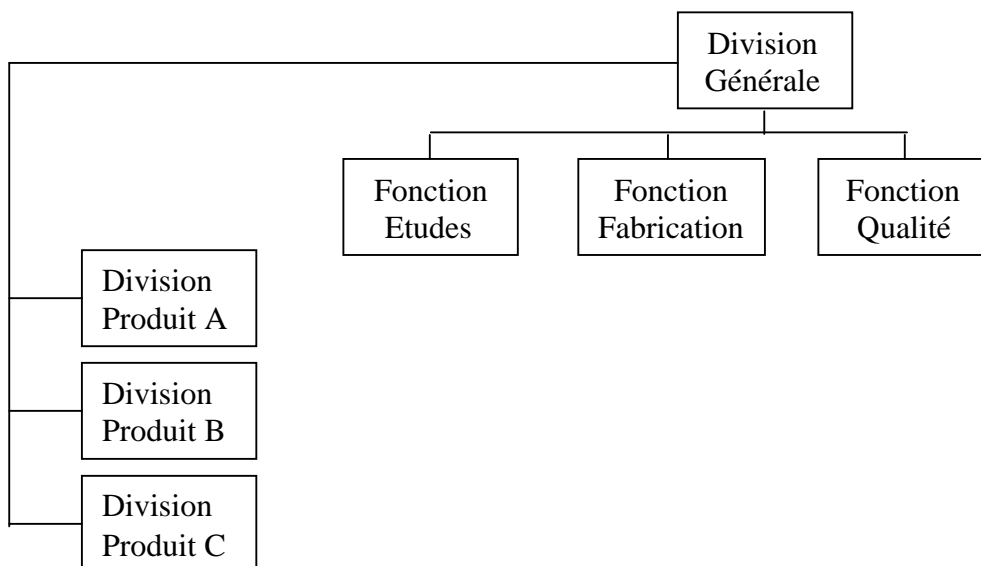
- La forme de la structure (fonctionnelle, divisionnelle, matricielle) ;
- Le nombre de fonctions (division fonctionnelle horizontale) ;
- Le nombre de niveaux hiérarchiques et les entités organisationnelles associées (division fonctionnelle verticale) ;
- La chaîne de commandement à respecter (relations hiérarchiques de subordination ou flux de décision) ;
- Les responsabilités et autorités affectées à chaque niveau de décision et à chaque entité d'organisation.



a) Forme fonctionnelle



b) Forme divisionnelle



c) Forme matricielle

Schéma 40 : Différentes formes de structures organisationnelles. [Vernadat F., 1999]

VII-2-3. Coordination des tâches

La coordination des tâches correspond à un ensemble de mécanismes permettant aux entités organisationnelles de s'informer mutuellement, de se consulter ou de décider ensemble pour gérer les tâches en fonction des objectifs à atteindre et de la complexité de l'organisation.

Comme mécanismes de coordination, nous pouvons citer : [Vernadat F., 1999]

- La coordination par ajustement mutuel : la décision est prise de manière collégiale par les entités après s'être informées mutuellement et s'être consultées de manière informelle. Cette forme de coordination n'est valable que pour les structures simples (petites entreprises ou petits services) ;
- La coordination par supervision directe : un responsable gère un ensemble d'entités (division du travail) et se trouve investi de la responsabilité du travail de ses subordonnés (cas de la spécialisation fonctionnelle horizontale) ;
- La coordination par supervision hiérarchique : une hiérarchie de responsables s'impose dès lors que la structure nécessite plusieurs niveaux de décision (cas de la spécialisation fonctionnelle verticale) ;
- La coordination par standardisation des objectifs : elle est rendue nécessaire si la structure se complexifie par ajout de nouveaux domaines fonctionnels.

VII-2-4. Étapes de construction d'une structure organisationnelle [Mintzberg F., 1999]

D'après Mintzberg, il y a essentiellement deux étapes :

- La *division du travail* : Celle-ci consiste à diviser le travail en tâches, puis à regrouper les tâches en postes et ensuite regrouper les postes en services, puis en départements, etc. Elle est dictée par le travail à faire et par la technique employée pour le faire.
- La *coordination du travail* : Celle-ci consiste à définir le mécanisme de coordination le plus approprié parmi ceux mentionnés précédemment. Il dépend du type d'organisation choisi.

Dans la construction d'une structure organisationnelle, il est important de bien distinguer la notion de poste et de tâche (vue organisation) de celle d'individu ou de ressource qui va effectuer la tâche (vue des ressources). Ceci permet de garder une certaine flexibilité dans l'affectation des ressources aux postes. On utilisera les informations sur les aptitudes et les compétences requises et acquises pour faire l'adéquation poste-ressource.

VII-3. Modélisation de l'organisation

En accord avec ce qui précède, CIMOSA fournit deux constructs pour la modélisation de la structure organisationnelle d'une entreprise : l'unité d'organisation et la cellule d'organisation.

VII-3-1. Unités d'organisation

L'unité d'organisation décrit la plus petite unité d'organisation dans une structure organisationnelle. Il s'agit souvent d'un rôle ou d'une position, en général tenu par une personne. Cependant, celui-ci peut également être tenue par une machine ou un système informatique suivant le rôle à jouer.

A chaque unité correspondent une ou plusieurs tâches à accomplir en fonction du rôle à remplir. Celles-ci sont définies d'une part par une liste de compétences nécessaires définissant le profil de la position correspondant à cette unité. D'autre part, une liste de responsabilités et d'autorités complète la définition des tâches affectées à l'unité. Les unités étant, par la suite, regroupées en entités organisationnelles plus agrégées appelées cellules d'organisation, on indique à quelle cellule cette unité est affectée.

Une unité est décrite par la structure de données suivante :

UNITE D'ORGANISATION

Identifiant : identificateur de l'unité d'organisation (UO-xxx où xxx est un numéro d'ordre)

Nom : nom de l'unité

Description : bref descriptif de l'unité (texte)

Description Fonctionnelle :

Entité-Fonctionnelle : identifiant et nom de l'unité fonctionnelle associée
(personne, ressource matérielle, ou logicielle)

Description-Tâche : description des tâches à accomplir

Profil : liste des compétences requises par la ou les tâches

Responsabilités : liste des responsabilités associées à cette unité

Autorités : liste des autorités allouées à cette unité

Description structurelle :

Affectée-A : identifiant et nom de la cellule d'organisation à laquelle appartient cette unité d'organisation

VII-3-2. Cellules d'organisation

Dans CIMOSA, la cellule d'organisation décrit les entités d'organisation autres que les unités d'organisation, c'est-à-dire des entités composées. Il peut donc s'agir de postes (composés d'une ou plusieurs unités d'organisation), de services, de départements, de divisions ou de directions mais aussi d'équipes-projet ou toute structure transversale comme le requiert l'organisation des entreprises virtuelles ou étendues.

Une cellule d'organisation est définie par :

- Un nom et un identifiant ;
- Un niveau précisant la position de la cellule dans la structure organisationnelle (poste, service, département, division ou direction pour les formes fonctionnelles et divisionnelles, entité pour les autres formes) ;
- Un responsable qui est obligatoirement une personne ;
- La liste des composantes de l'entreprise sur lesquelles cette cellule a des autorités et la nature de celles-ci. Par exemple, pour des données, cette entité d'organisation peut avoir le droit de les lire (L), les modifier (M) ou les détruire (D) ;

- Les liens de relations structurelles (Affectée-A, Comprend, Reliée-A) de cette cellule avec les autres éléments de la structure organisationnelle (unités ou cellules).

Une cellule est décrite par la structure de données suivante :

CELLULE D'ORGANISATION

Identifiant : identificateur de la cellule (CO-xxx où xxx est un numéro d'ordre)

Nom : nom de la cellule d'organisation

Description : bref descriptif de la cellule (texte)

Niveau : « Poste » ou « Service » ou « Département » ou « Division » ou « Direction » ou « Entité »

Description Fonctionnelle :

Responsable : identifiant et nom de l'entité fonctionnelle (personne) responsable de cette cellule

Responsable-Pour : liste des identifiants et noms des activités, ressources ou objets d'entreprise placés sous la responsabilité de cette cellule.

Autorité-Sur : liste des identifiants et noms des activités, ressources ou objets d'entreprise sur lesquels cette cellule a autorité avec indication du type d'autorité dans chaque cas.

Description structurelle :

Affectée-A : identifiant et nom de la cellule de niveau supérieur à laquelle appartient cette cellule

Comprend : identifiants et noms des unités ou cellules d'organisation composant cette cellule

Reliée-A : identifiants et noms des cellules d'organisation en liaison avec cette cellule

VII-4. Gestion des compétences

Si l'on prend conscience que l'ensemble des ressources humaines forme le capital le plus précieux d'une entreprise, il s'ensuit que la gestion des compétences prend un rôle de plus en plus important dans la gestion des entreprises.

En effet, celles-ci sont confrontées à des fluctuations permanentes et rapides de leur marché dans un contexte économique très instable. Ceci se traduit par une évolution rapide des méthodes de travail, des techniques et des technologies, voire par des remises en cause fondamentales de leur organisation.

Ainsi, les partenariats industriels ou les regroupements en entreprise réseau amènent divers services ou de nombreuses filières métiers à mettre en commun leurs compétences pour travailler simultanément et en étroite collaboration (ingénierie simultanée, organisation en plateaux, décentralisation décisionnelle, etc.) pour réduire les coûts et les délais et devenir plus efficaces, flexibles et réactifs.

Enfin, les nouvelles contraintes législatives, l'accroissement des coûts de main d'œuvre spécialisée ou une utilisation optimisée de compétences critiques obligent les entreprises à gérer plus finement leurs ressources humaines.

Les questions qui se posent alors aux responsables en organisation sont par exemple :

- Comment doit évoluer mon organisation en fonction des contraintes internes et externes de l'entreprise ?
- Quels sont les risques que je prends suivant différents scénarios d'organisation envisagés ?

- Quelles compétences dois-je développer ou recycler ?

Les notions d'aptitudes et de compétences que nous avons définies pour la vue des ressources prennent tout leur sens dans ce contexte. Tout comme la notion d'opération fonctionnelle établit le lien entre la vue fonction et la vue des ressources, la notion d'aptitude/compétence fait le lien entre la vue organisation et la vue des ressources.

En effet, c'est par une bonne évaluation des compétences requises et acquises dans l'entreprise que l'on pourra :

- Identifier précisément les profils requis par chaque poste ;
- Affecter les compétences requises à chaque poste ;
- Identifier les besoins en formation ou en embauche pour pallier ou prévoir des déficits en compétences.

Pour cela, l'entreprise doit se constituer un référentiel de compétences listant les compétences théoriques, techniques, pratiques, relationnelles ou autres qu'elle juge nécessaires pour son personnel. Elle peut ensuite se constituer une base de données des compétences acquises (compétences par employé avec indication du niveau de maîtrise du type débutant, moyen ou expert) et des compétences requises (compétences désirées par type de poste ou de tâche). Il devient alors possible d'envisager une évaluation qualitative (bilan des compétences à gérer) et quantitative des compétences (nombre d'individus possédant la compétence par niveau). Le même raisonnement peut être appliqué aux diverses entités d'organisation dans le cas de l'entreprise étendue ou de l'entreprise virtuelle.

Cependant, il faut bien être conscient qu'on ne peut pas remplacer un individu par un autre sans perturber le réseau de connaissances de l'entreprise.

VII-5. Analyse organisationnelle

A ce stade de l'étude, nous avons tous les éléments qui composent le modèle d'entreprise, tant du point de vue fonctionnel, qu'informationnel, que du point de vue des ressources et enfin du point de vue de l'organisation.

Dans la démarche d'analyse, nous proposons de réaliser en premier l'analyse fonctionnelle accompagnée de l'analyse du système d'information. L'analyse des ressources peut être menée indépendamment. L'analyse organisationnelle doit être faite en dernier.

En effet, il est important de ne pas influencer la structuration des processus opérationnels et l'organisation des ressources par des découpages arbitraires qui proviendraient de la définition de domaines fonctionnels basés sur des influences de personnels cherchant à préserver ou étendre leur pouvoir sur certaines activités de l'entreprise. La structure organisationnelle de l'entreprise doit donc être définie en fonction des tâches à réaliser et de manière à répartir au mieux les responsabilités et les autorités pour faciliter la réalisation des objectifs de l'entreprise. Cette vision n'apparaît clairement que lorsque les vues fonction, information et ressources ont été établies.

L'analyse organisationnelle cherche ainsi à établir une structure de contrôle et de coordination au-dessus du réseau de processus opérationnels défini dans la vue fonction et du pool de ressources défini dans la vue des ressources. Elle a en fait pour but de rationaliser les flux de décision dans l'entreprise.

VII-6. Conclusion

La vue organisation prend en compte le point de vue des gestionnaires d'entreprise et de la gestion des ressources humaines dans la modélisation en entreprise. En particulier, elle permet de définir une distribution des responsabilités et des autorités résultant des principes de distribution et de coordination du travail dans l'entreprise.

A cause des évolutions récentes du monde économique (instabilité de la demande, décentralisation, forte intégration des chaînes logistiques, nouvelles contraintes législatives, regroupements d'entreprises, etc.), les formes modernes d'organisation tendent à s'éloigner des structures purement hiérarchiques qui ont prévalu tout au long du 20^{ème} siècle. Les entreprises doivent aujourd'hui faire preuve de plus de flexibilité, d'intégration et de réactivité dans leur fonctionnement.

Pour cela, les entités fonctionnelles s'organisent dans des structures favorisant leur autonomie et leur décentralisation décisionnelle tout en préservant leur coordination et leur intégration. Après avoir connu des structures hiérarchiques rigides, nous voyons apparaître des structures modulaires et flexibles qui peuvent être rapidement reconfigurées pour faire face aux changements techniques et économiques de plus en plus fréquents. On parle alors de structure s'auto-organisant ou de structures hiérarchiques, voire holoniques, c'est-à-dire des structures composées d'entités autonomes, communicantes et multidisciplinaires, caractérisées par leurs ensembles d'aptitudes et de compétences et offrant des prestations aux autres entités de l'entreprise ou à l'extérieur.

Chapitre VIII : Etude de cas : du diagnostic stratégique à la modélisation des aspects de Sidet (filiale de l'E.N.A.D. Entreprise Nationale des Détergents).

VIII-1. Introduction

A cette étape de notre travail, nous nous proposons d'appliquer les concepts développés dans les chapitres précédents à un cas pratique « Sidet » en vue de développer un outil d'aide à la mise à niveau du complexe.

Toute étude de modélisation doit être précédée par l'analyse de l'existant de l'entreprise.

Pour cela notre mission est triple :

- La première phase a porté sur la formulation de la stratégie globale de Sidet, afin de déterminer les points forts et les points faibles ainsi que les opportunités et les menaces. En d'autres termes nous procéderons à un diagnostic interne et externe.
- La deuxième phase a porté sur le développement d'un outil d'aide à la mise à niveau du complexe : modélisation des différents aspects en utilisant les résultats du diagnostic de la première phase. L'objectif de cette modélisation étant de :

- Comprendre et analyser la structure et le fonctionnement de l'entreprise.
- Prévoir (de manière fiable) le comportement et les performances des processus.

Enfin, une dernière étape, nous a permis de vérifier les possibilités ainsi que le calendrier d'exécution et d'arrêter les actions prioritaires à mettre en place. Chaque proposition avancée est accompagnée d'indicateurs de performances chiffrées et mesurables à terme.

VIII-2. Rappel théorique de la démarche du diagnostic stratégique

VIII-2-1. Diagnostic stratégique

La définition des stratégies est précédée, fort naturellement, d'une phase de diagnostic, l'analyse et la réflexion précédant la prise de décision. Cette phase de processus stratégique est essentielle dans la mesure où elle oriente les alternatives stratégiques qui seront prises, compte tenu des objectifs retenus par la Direction Générale.

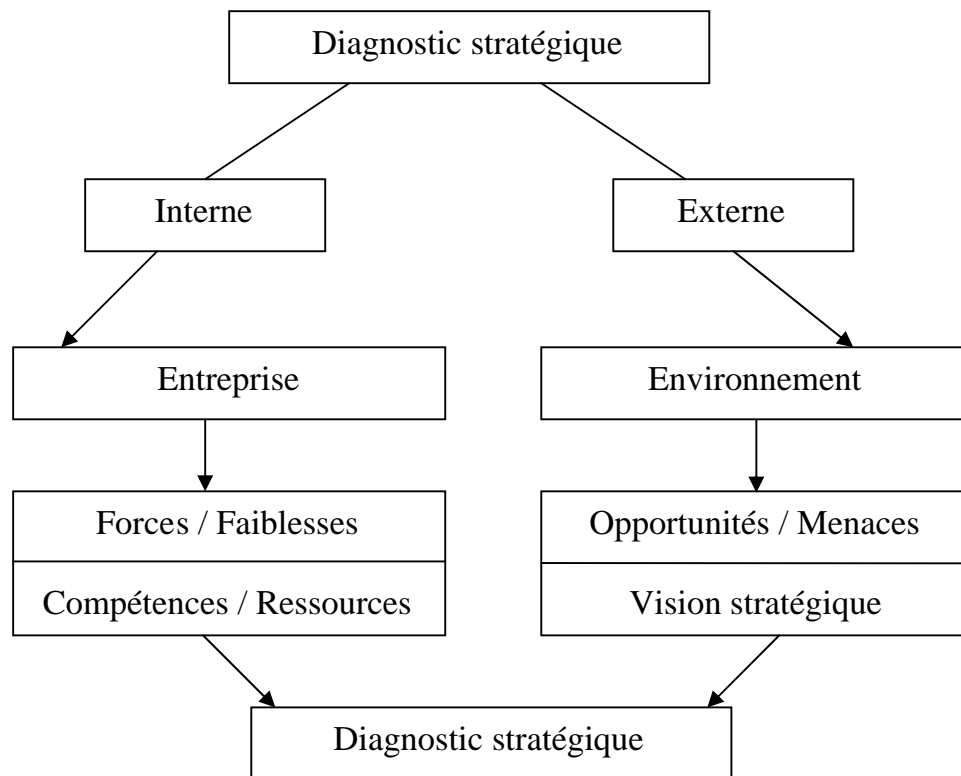


Schéma 41 : Les deux dimensions du diagnostic stratégique [Broustail J., 1993]

√ Le diagnostic interne

Le diagnostic interne vise à définir le potentiel stratégique de l'entreprise, c'est à dire les forces, les atouts sur lesquels elle pourra s'appuyer pour définir ses orientations stratégiques. Il doit permettre de mettre en évidence :

- ✓ Le savoir faire de l'entreprise ;
- ✓ Son métier ;
- ✓ Ses compétences.

Mais toute entreprise contient des forces et des faiblesses, ces dernières sont des caractéristiques sur lesquelles l'entreprise ne peut pas compter pour définir ses stratégies, donc le diagnostic interne vise à définir les capacités et les aptitudes stratégiques de l'entreprise

√ Le diagnostic externe

Le diagnostic externe a pour objectif de déceler, dans la situation actuelle et dans les évolutions des environnements de l'entreprise, les perspectives susceptibles d'être favorables et défavorables à l'entreprise, car les environnements de l'entreprise recèlent à la fois opportunités, des chances de développement et des menaces qui peuvent remettre en cause les stratégies actuelles.

En combinant les résultats de l'analyse interne et externe, on déduit les orientations stratégiques que l'entreprise peut envisager et parmi lesquelles ses dirigeants pourront choisir en fonction de leurs objectifs.

Le diagnostic interne et externe sont deux approches fortement liées, car en matière stratégique, le diagnostic interne, n'a de sens, que par rapport aux concurrents. De même, le diagnostic externe sur l'entreprise et ses activités.

Le schéma qui suit illustre l'interdépendance entre le diagnostic interne et externe.

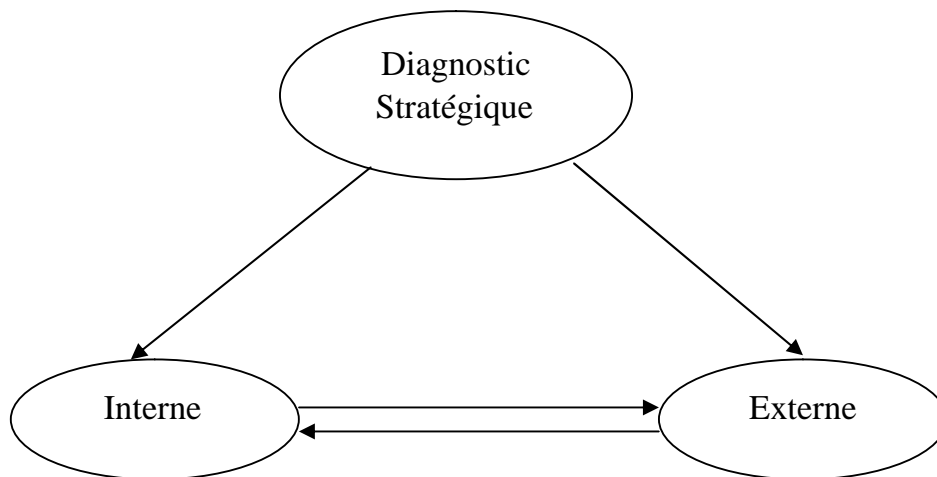


Schéma 42 : Interdépendance entre le diagnostic interne et externe

VIII-2-2. Les démarches du diagnostic stratégique [Brechet J.P., 1996]

VIII-2-2-1. Les démarches descriptives

Les démarches descriptives contiennent un grand nombre de variables qui sont de natures très diverses et qui font l'objet de regroupement fonctionnelle : finances, marketing, production....

Ce type de démarches permet de décrire et de classer les informations multiples de l'entreprise, puis à partir de ces informations se faire une opinion sur ces forces et ses faiblesses.

Les inconvénients des démarches descriptives sont :

- Elles restent au stade de la description analytique ;
- Elles n'analysent pas les relations entre l'entreprise et son environnement externe.

VIII-2-2-2. Les démarches ouvertes

√ L'analyse concurrentielle

Traditionnellement, une bonne appréciation de ses propres forces, constituait une source d'information suffisante pour former une stratégie, et selon la conjoncture économique de l'époque se n'était pas nécessaire d'approfondir l'étude de phénomènes externes à l'entreprise et l'étude de la concurrence se limitait à celle de répartition des parts de marché donc l'entreprise avait pour but : être l'entreprise dominante à forte croissance.

Cependant, et avec l'internationalisation des économies qui a élargi le champ concurrentiel, il devient de plus en plus important, voire même vital pour l'entreprise d'avoir une bonne connaissance du terrain, donc d'analyser l'environnement concurrentiel.

Dans les années 70, on a démontré que l'entreprise est un système ouvert qui doit vivre en symbiose avec son environnement, c'est à dire qu'il lui est impossible de vivre fermée sur elle-même.

Ensuite, au début des années 80, Michael Porter, professeur à Harvard, a introduit un renouveau important dans l'analyse stratégique en élargissant le champ concurrentiel pris en compte.

√ L'environnement concurrentiel

La situation concurrentielle du secteur étudié est déterminée par cinq forces :

- l'intensité de la lutte concurrentielle interne ;
- le pouvoir de négociation des fournisseurs ;
- le pouvoir de négociation des clients ;
- la menace des concurrents potentiels ;
- la menace de produits ou de technologies de substitution.

Le schéma suivant représente ces cinq forces de la concurrence selon M.Porter :

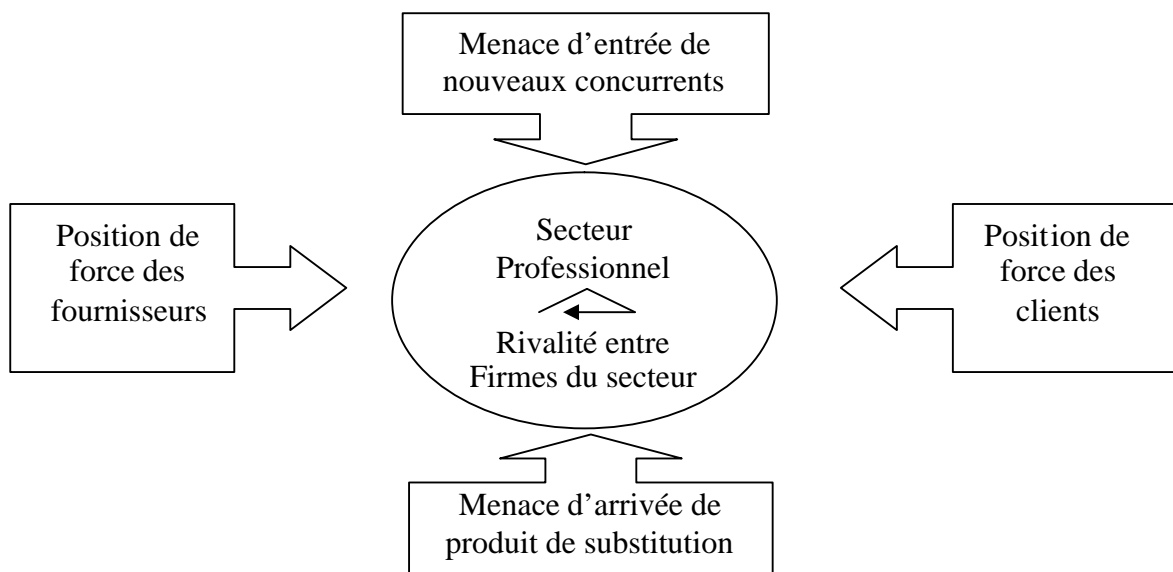


Schéma 43 : Les cinq forces de la concurrence selon M.Porter [Porter M., 1997]

√ **L'analyse des forces qui influent sur la dynamique concurrentielle**

L'intensité de chaque force dépend des caractéristiques suivantes :

A. L'intensité de la lutte entre les firmes établies

Dans la lutte intra sectorielle, on peut distinguer différents déterminants, qui jouent un rôle important et donnent des informations sur la structure concurrentielle :

- La structure concurrentielle :

Plus les concurrents sont divers par leur taille ou leur implantation, pas leur origine technologique ou sectorielle, plus l'industrie devient instable, entraînant des difficultés à bien percevoir le ou les concurrents les plus dangereux, donc il y a une instabilité dans l'industrie lorsque les concurrents sont nombreux et de taille voisine, alors qu'elle se stabilise quand quelques firmes ont réussi à la dominer.

- Le taux de croissance :

Lorsque le marché est en forte croissance, cela permet aux entreprises d'en tirer des profits importants, cependant, la faiblesse de ces taux pousse les firmes à s'arracher des parts de marché faute de demande nouvelle.

- La différenciation entre les produits :

Les produits de grande consommation sont banalisés encore plus dans le cas d'une absence de différenciation, c'est alors que les consommateurs deviennent peu fidèles à la marque et la concurrence devient intense.

- L'impotence des charges fixes :

Les coûts fixes pèsent sur la rentabilité des entreprises et les obligent à baisser les prix dès que la demande fléchit ;

- L'indivisibilité du capital technique :

L'augmentation de la capacité de production par palier de façon discontinue et massive conduit l'entreprise à supporter un surcoût lié de nouveaux investissements, donc l'industrie se retrouve périodiquement en surcapacité et enregistre des baisses de prix.

- L'existence de barrières à la sortie élevée, du fait d'importants actifs techniquement spécialisés par exemple, provoque aussi des surcapacités et des baisses de rentabilités.

- Le fait que certains concurrents soient d'avantage diversifiés ou aient une culture différente de celle qui prédomine dans la branche, peut leurs permettre des actions déstabilisantes pour les autres.

- L'importance de l'innovation technologique :

En effet l'innovation technologique peut autoriser des baisses importantes des coûts de production.

B. la menace de nouveaux arrivants

Les menaces externes peuvent avoir des effets dévastateurs si elles s'exercent avec liberté, mais l'entrée d'un concurrent potentiel peut se réaliser s'il peut accéder au secteur, et également si les concurrents qui sont déjà en place le laisse s'intégrer, or l'existence de barrières à l'entrée et le comportement des firmes établies rend l'entrée des nouveaux concurrents compliquées :

- Les barrières à l'entrée :

Elles permettent de réduire les possibilités d'accès au secteur. La menace de nouveaux entrants, est possible à tout instant, mais d'un autre côté elle est aussi limitée à cause de ce qu'on appelle le ticket d'entrée, et se caractérise toujours par des coûts élevés.

Les principales barrières à plusieurs facteurs :

- ✓ Le handicap de coûts liés à la dimension du fait des économies d'échelle ou de l'effet d'expérience enregistrée par les firmes en place;
- ✓ Les coûts indépendants de la taille: cela représente un réel obstacle, que ce soit dans le domaine de la technologie où des produits qui sont protégés par des brevets ou pour l'obtention de la matière première, ou alors pour ce qui est de la localisation favorable, aides des pouvoirs publics....
- ✓ La « masse critique » en capitaux ;
- ✓ L'image de marque des firmes déjà en place : pour le nouveaux concurrent, il lui faut faire beaucoup d'efforts en marketing pour qu'il puisse s'intégrer dans le marché et pour avoir une image propre à lui, mais surtout avoir des clients fidèles ;
- ✓ L'accès aux canaux de distribution : ce n'est pas une tâche facile, et encore moins pour les produits de grande consommation, de pouvoir accéder aux canaux de distribution, pour cela il faut convaincre le consommateur que le nouveau produit offre des avantages comparés à ceux qu'ils ont l'habitude de prendre, grâce à des méthodes efficaces comme la publicité, la promotion ou les baisses de prix ;
- ✓ Les politiques gouvernementales : pour les entreprises internationales, il existe différentes sortes d'obstacles tels que les barrières douanières, les quotas d'importation, les normes techniques, les monopoles publics, les concessionsets

- Le comportement des firmes établies :

Il peut ou renforcer les barrières à l'entrée ou au contraire les abaisser.

Parmi les actions de renforcement, on peut citer le maintien des prix de vente à un niveau trop bas pour octroyer un profit aux entrants, l'effort d'innovation en processus de production et les gains de productivité.

C. La menace des produits de substitution

Cette menace est si importante qu'elle laisse les entreprises inquiètes sur leur avenir, car la substitution consiste à remplacer un produit ou un service qui existe déjà, par un

autre, qui remplit la même fonction d'usage ou mieux ; ainsi le consommateur retrouve un meilleur rapport qualité - prix.

C'est pour tout cela que la vigilance technologique est nécessaire pour toutes les entreprises, car c'est la source principale de la substitution.

Pour essayer plus ou moins de la prédire il existe deux conditions principales :

- 1- La surveillance des nouvelles technologies ;
- 2- Il faut également bien connaître son produit ou service, ainsi que ses fonctions d'usage, sinon le risque de substitution sera plus fort et aboutira peut être à la disparition de la demande, comme pour le moulin à café qui a été peu à peu oublié lorsque le café moulu a fait son apparition sur le marché.

D. Le pouvoir de négociation des clients

Le pouvoir de négociation des acheteurs s'est considérablement développé, le pouvoir de négociation devient encore plus fort dans les cas suivants :

- Lorsque les clients sont concentrés et / ou achètent en grande quantité;
- lorsque les produits sont indifférenciés;
- Lorsque les achats représentent une part élevée de leurs prix de revient;

De même, des stratégies de concentration horizontale ou d'intégration verticale, des acheteurs exerceront des pressions notables sur le producteur.

E. Le pouvoir de négociation des fournisseurs

Il est lui aussi très important, et peut également avoir des conséquences sur la rentabilité de l'industrie, car c'est les fournisseurs qui décident des prix, de la qualité, des délais et même parfois des quantités à fournir.

Leur pouvoir est fort et révélé une grande intensité concurrentielle si:

- les fournisseurs sont plus concentrés que les clients atomisés, auxquels ils vendent;
- Il n'existe pas des produits de remplacement;
- Le secteur n'est pas un client important des fournisseurs;
- Le produit du fournisseur est un moyen de production essentiel dans le secteur d'activité du client et particulièrement lorsqu'il n'est pas stockable;
- Les fournisseurs ont su créer des coûts de transfert, c'est à dire des coûts qui seront supportés par le client s'il change de fournisseurs;
- Les fournisseurs ont différencié leurs produits;
- Les fournisseurs constituent une menace crédible d'intégration en aval;
- Les pouvoirs publics les protègent;
- Des technologies nouvelles apparaissent.

Lorsque le pouvoir de négociation des fournisseurs est élevé, ceux-ci imposent leurs tarifs et conditions générales de vente. Cela se traduit par une baisse des conditions d'achat des entreprises du secteur et par des chutes de marges.

Dans le cas inverse, ce sont les entreprises du secteur qui dictent leurs conditions à leurs fournisseurs

VIII-3. Elaboration du diagnostic stratégique de Sidet

VIII-3-1. Présentation générale de Sidet

L'Entreprise Nationale des Détergents E.N.A.D. possédait quatre sites industriels dont Sidet situé à Sour El Ghozlane (SEG).

ENAD a été filialisée après sa transformation en groupe industriel donnant ainsi naissance à quatre filiales :

1) Sidet, située dans le sud-est (Sour El Ghozlane)

Sidet est composée :

- d'un complexe de détergents ;
- d'une unité pilote pour les détergents ;
- d'une unité de rotogravure ;
- d'une unité de fabrication de produits d'entretiens.

2) Soder, située à l'est près de Constantine

Soder est composée :

- d'un complexe de détergents ;
- d'une unité de produits d'entretiens.
- d'une unité de berlingots pour la production d'eau de javel.

3) Sodeor, située à l'ouest près d'Oran

Sodeor est composée :

- d'un complexe de détergents ;
- d'une unité de berlingots pour la production d'eau de javel.

4) Shymica, située à Alger

Shymica est composée :

- d'une unité de produits cosmétiques ;
- d'une unité de rasoirs ;
- d'une unité de détergents ;
- d'une unité de berlingots pour la production d'eau de javel.

Henkel a récemment racheté 60% du site de détergents Sodeor, 60% du site de détergents de Shymica et 60% du site de détergents de Soder. Les 40% du reliquat de la valeur de ces sites représentent la participation du groupe Enad.

Unilever s'est installée sur le marché, à l'ouest, mais ne réalise, à ce jour que le conditionnement. Des sociétés privées font aussi du conditionnement.

Sidet est implantée en bordure nord du chemin de Wilaya N°127, reliant la ville de Bouira à Sour El Ghozlane et se situe à 08 Km de la ville de Sour El Ghozlane.

Le complexe est situé à 150 Km du port et de l'aéroport d'Alger et à 170 Km du port de Béjaia.

Sa réalisation, dont les travaux ont démarré en 1977, a connu des retards importants en raison de l'abandon du chantier en 1981 par le constructeur Italien « Italconsult », mis en faillite.

Le projet a été repris en 1984, après un arrêt des travaux de trente huit (38) mois, par un autre constructeur Italien « Italimpranti ». La mise en service du complexe a lieu en décembre 1986.

√ **Les missions et domaines d'activités**

Le complexe a été conçu pour couvrir la demande du marché national en détergents et permettre une éventuelle exportation de l'excédent.

Les capacités installées sont de 86.000 tonnes/an, réparties comme suit :

- Détergents poudres moussante et non moussante : 60.000 tonnes/an.
- Détergents liquides, linge et vaisselle : 12.000 tonnes/an.
- Poudres récurants : 6.000 tonnes/an.
- Semi-produit : 8.000 tonnes/an.

Outre cette production, le complexe fabrique de l'emballage en carton et en plastique (flacons et bouchons).

√ **L'organisation de Sidet**

L'effectif de Sidet est de 853 personnes.

L'organisation du complexe est articulée selon l'organigramme suivant :

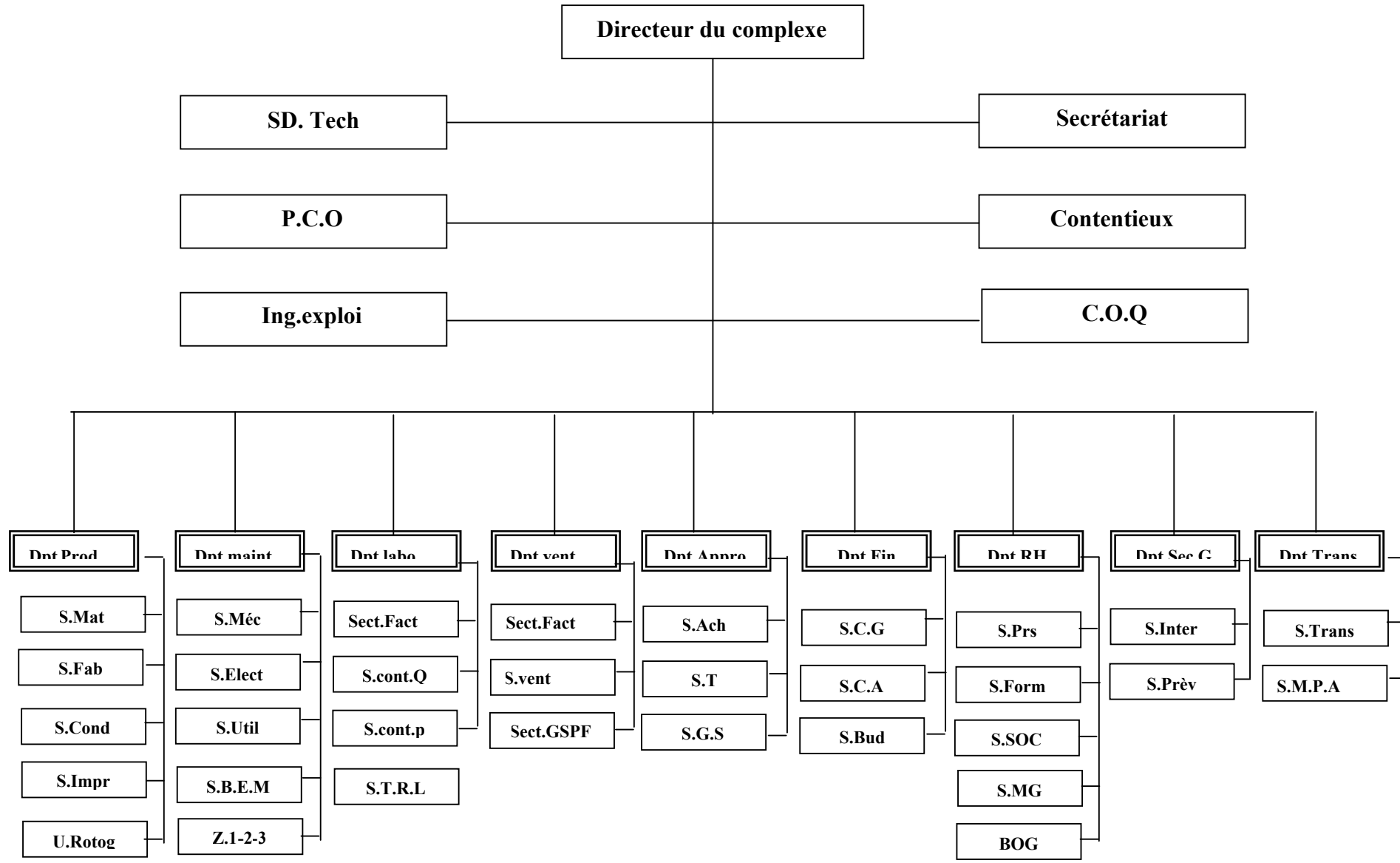


Schéma 44 : ORGANIGRAMME GENERAL DU COMPLEXE DES DETERGENT DE SOUR EL GHOZLANE

√ Situation actuelle et objectif de Sidet

Après plusieurs années de situation monopolistique et compte tenu de l'accord de libre échange signé par l'Algérie, de grands groupes internationaux se sont installés dans le pays. Compte tenu de cette évolution, l'entreprise se doit d'exécuter un virage important, c'est-à-dire passer d'une entreprise « productiviste » à une « société orientée marché », et doit donc changer sa structure. Un plan de mise à niveau est à cet effet incontournable.

Le changement de structure visé est résumé dans le schéma 45 en utilisant les concepts développés en chapitre I :

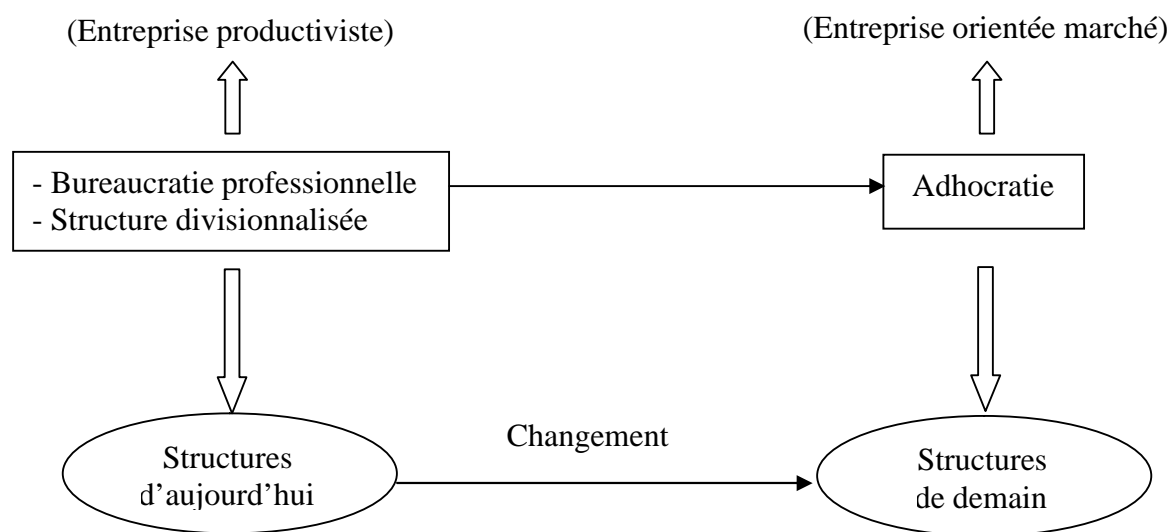


Schéma 45 : Schéma du changement de structure visée

VIII-3-2. Diagnostic de l'environnement externe

L'entreprise doit faire face à un marché auquel elle propose un produit, en temps que d'autres firmes concurrentes.

Sa pérennité dépend :

- Du type de produit qu'elle commercialise ;
- Du marché auquel elle s'adresse (demande, offre) ;
- De sa manière de s'adapter à la situation ;
- Et de la stratégie qu'elle aura adoptée pour se frayer un chemin et d'occtroyer une part de marché.

VIII-3-2-1. La définition des produits

Sidet possède 28 références commercialisées : 23 produits finis (PF) et 5 semi-finis (SF).

Sidet ne commercialise que deux formules de poudres pour le lavage du linge : Teldj pour le lavage en machine et Noor pour le lavage manuel.

Les 23 références PF sont les suivantes :

- Lavage linge machine (poudre) :
 - Valisette 4 kg ;
 - Etais 350g, 500g, 800g ;
 - Sachets 500g, 800g.En Telj normal (6 références).
En Telj avec enzymes (6 références).

- Lavage linge manuel (poudre) : Noor
 - Etais 270g, 400g, 600g ;
 - Sachets 400g et possibilité de 600g ;
 - Sac de 20 kg.

- Récurant (une formule, marque Nada) :
 - Flacons de 350g et 500g.

- Liquides 1 litre :
 - Linge machine ;
 - Linge manuel ;
 - Vaisselle.

Les 5 références SF sont les suivantes :

- Acide sulfonique ;
- Pâte (acide sulfonique neutralisé à 50%) ;
- Silicate caustique liquide ;
- Soude caustique liquide ;
- Alcool gras sulfaté (LSNA).

L'approfondissement de la gamme de détergents Sidet est donné par le tableau suivant :

	Val 4kg	Val 2,5kg	Val 2 kg	Etui 800g	Etui 600g	Etui 500g	Etui 400g	Etui 350g	Sach 600g	Sach 800 g	Sach 500 g	Sach 400g	Sach 200g	2,5 L	1,5 L	1 L
Poudre Noor			X		X		X		X			X	X			
Poudre Teldj	X	X		X		X		X		X	X					
Liquide Noor lavage manuel															X	X
Liquide Teldj lavage machine																
Nada (Pot)								Pot			Pot					
Nada (Crème)																X

Tableau 8 : Gamme des détergents de SIDET

Pour affiner notre approche d'analyse concernant la dimension « produit », on procède, maintenant à une grille d'évaluation individuelle des produits mentionnée et obtenue à la suite d'entretiens réalisés avec les chefs de départements de l'E.N.A.D, dans le tableau ci-dessus :

Fonctions	Adaptation des besoins des clients			Capacité concurrentielle		
	Inadaptée	Moyenne	Bonne	Faible	Moyenne	Forte
Fonctions d'usage						
Qualité du service rendu (performances d'utilisation)		X				X
Simplicité d'emploi			X			X
Résistance			X			X
Fiabilité / sécurité		X			X	
Durée d'usage		X			X	
Coût d'utilisation			X			X
Fonctions d'estime						
«image » du produit			X			X
Forme ; aspect						
Fonctions techniques						
Procédés de fabrication		X				X
Matériaux utilisés		X				X
Prix			X			X
Rapport Qualité/prix		X				X
Disponibilité /délais de livraison			X			X
Service après vente garanties		X				X

Tableau 9 : Grille d'évaluation individuelle des produits

VIII-3-2-2. Le marché

√ Connaissance des marchés

Comme énoncé plus haut, ils sont identifiés. Il s'agit des produits :

- De lavage linge manuel/machine et lavage vaisselle ;
- Récupérateurs ;
- En vrac et conditionnés pour l'étranger ;
- Semi-finis.

○ **Tailles des marchés**

La raison d'être de Sidet est, avant tout, les produits finis, le vrac venant en second plan.

Concernant les tailles :

- Le marché algérien des détergents machine/manuel soit de 110.000 tonnes avec les proportions 70% de manuel et 30% de machine (ces proportions sont dues au coût encore élevé et à la disponibilité des machines à laver ainsi qu'au problème de disponibilité de l'eau). Il semble que la proportion poudres/liquides soit de 80/20 ;
- Le marché des liquides soit de 15.000 tonnes ;
- Celui des produits vrac/conditionneurs soit de 5.000 tonnes ;
- Celui de l'export (selon les efforts réalisés par Sidet) soit actuellement de 20.000 tonnes.
- Celui de semi-finis ne soit pas défini car Sidet n'en est que dans la phase embryonnaire.

○ **Croissance des marchés**

Il est de l'ordre de 6/7% par an.

○ **Variation saisonnière**

Il y a, bien évidemment, une saisonnalité dans ces marchés (surtout pour le linge).

○ **Structuration de ces marchés**

Ils sont structurés de la sorte : le producteur vend à un distributeur (grossiste ou semi-grossiste) qui vend à un détaillant qui s'adresse au consommateur ou « destructeur final ».

Les seuls interlocuteurs de Sidet sont donc les grossistes (et de manière tout à fait exceptionnelle les hôpitaux).

○ **Les marges**

Les marges pratiquées sont de l'ordre de :

- 10% pour le fabricant, en l'occurrence Sidet ;
- 2,5 à 5% pour le grossiste ;
- 25% pour le détaillant.

√ **Compréhension des marchés**

- **Objet** : il s'agit de produits finis sous différents conditionnements.
- **Objectif** : il s'agit de satisfaire un besoin de propreté.
- **Organisation** : le circuit commence par un dossier administratif, avec établissement d'un contrat (qui existe mais qui n'est pas signé par le Directeur) puis d'un bon de commande avec présentation d'un chèque « certifié » à l'enlèvement et enfin d'un bon de sortie + facture.
- **Opérations d'achat** : le client doit être reconnu comme grossiste et donc, comme indiqué ci-dessus, payer au comptant.
- **Occasions d'achat** : elles sont aléatoires, en fonction de la disponibilité sur le marché.
- **Outlet (point de vente)** : uniquement le site de Sour-El-Ghozlane.

√ Positionnement national et international

Sidet fait partie du secteur des détergents qui transforme, mélange, conditionne et commercialise des produits issus de la chimie de base.

Elle possède également un atelier de rotogravure, d'imprimerie et de pliage/collage pour la réalisation de certains de ses emballages carton ainsi qu'un atelier de fabrication d'une partie des emballages plastiques qu'elle utilise.

Pour ce qui concerne le présent diagnostic, nous ne nous pencherons, que sur la partie qui produit des détergents. Les autres ateliers sont à l'arrêt causé par les pannes quotidiennes.

Ces fabrications concernent des poudres détergentes et des liquides pour le lavage du linge manuellement et en machine, des liquides pour le lavage de la vaisselle ainsi que des poudres récurantes.

Après plusieurs années de situation monopolistique, l'entreprise a été, récemment et pour des raisons spécifiques (indépendantes de la volonté des responsables du complexe), absente de la vente sur le marché national pendant plusieurs mois (sept derniers mois de l'année 2004).

En dehors de la qualité intrinsèque de ses formules et de son positionnement prix, son niveau de performance est assez éloigné de celui des sociétés étrangères (présentation et qualité des produits livrés, innovation technologique, publicité, ratios globaux.)

√ Evaluation des potentialités du marché algérien des détergents

L'évaluation des deux dernières années est résumée dans le tableau 10 :

Désignations		Henkel	Sidet	Autres	Total
Détergents poudres à lavage manuel	T	68.000	21.000	7.000	96.000
	%	71%	22%	7%	
Détergents poudres à lavage machine	T	10.000	7.000	1000	18.000
	%	56%	39%	5%	
Détergents liquides	T	4.500	2.000	/	6.500
	%	70%	30%	/	
Récurants	T	650	35	/	1.000
	%	65%	35%	/	
Autres produits (tension-actifs P. technique)		/	1.000	/	1.000
Total détergents Produits fini	T	83.150	30.350	8.000	122.500
	%	67%	26%	7%	

Tableau 10 : Evaluation des potentialités du marché algérien des détergents

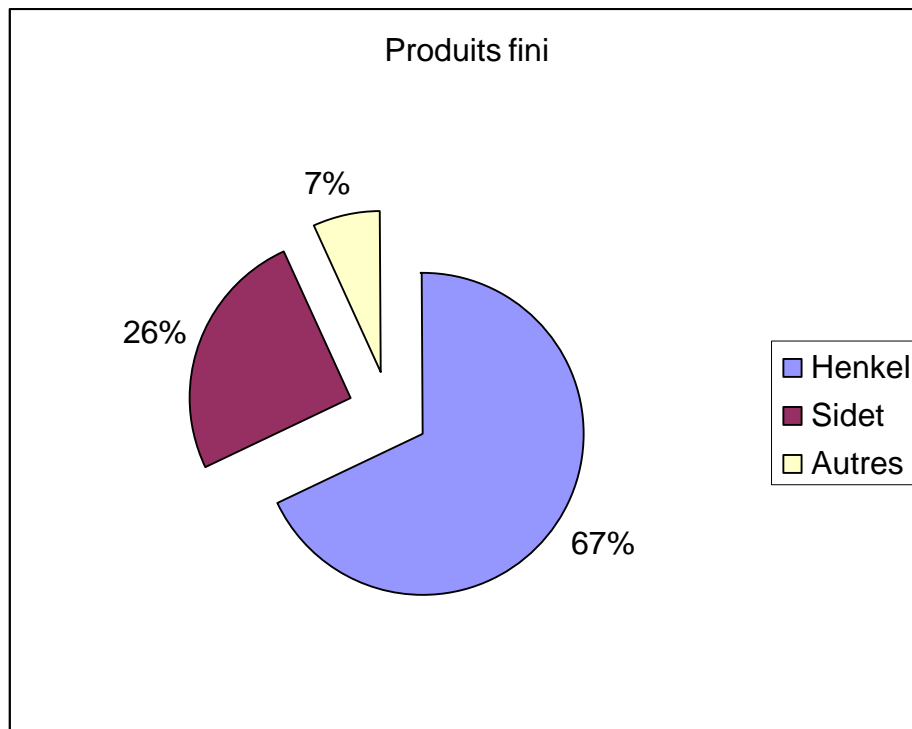


Schéma 46 : Evaluation des potentialités du marché algérien des détergents

VIII-3-2-3. La demande

√ Type de clientèle

Avant la filialisation, la société n'avait qu'un partenaire unique de distribution (Diprochim – Sodige).

Après la filialisation d'Enad, Diprochim a, elle aussi, été filialisée mais elle a été divisée et de ce fait appauvrie.

Il y a en fait quatre types de clientèles.

- Les grossistes/distributeurs (dont Sodige ex-Diprochim qui bénéficie d'avantages commerciaux que n'ont pas les autres, mais qui ne représente plus que 3% du chiffre d'affaires).
Ils sont environ 35, qui s'approvisionnent actuellement sur place et qui n'ont pas de moyens de stockage ;
- Des conditionneurs à façon :
 - Cosmos et Biopack qui ont leurs propres marques et qui concurrencent, donc, Sidet ;
 - Shymeca (rachetée à 60% par Henkel) qui a conditionné Noor, en faibles quantités, lors des fabrications destinées à l'Irak, et qui continue à le faire occasionnellement.
- L'export, notamment l'Irak, une multinationale espagnole pour le marché cubain en vrac et produits conditionnés ;

- Des clients de semi-produits réalisés, en règle générale, par l'atelier-pilote (actuellement les clients les achètent à l'étranger).

√ **Besoins à satisfaire**

- La qualité au niveau des produits (elle est jugée bonne par l'ensemble des clients) ;
- La qualité du contenant (qu'il faut améliorer en termes d'étanchéité des étuis et des sachets, de poids en manque comme en excès) ;
- La disponibilité à mettre les produits à la disposition du client qu'il soit local ou grossiste et qui est à améliorer nettement.

VIII-3-2-4. L'offre

Sidet n'a qu'une concurrence directe, qui peut être multiple.

Pour les poudres, l'estimation des parts de marchés (PM) des concurrents et de Sidet sont de :

- 60% de PM pour Henkel ;
- 25% de PM pour Sidet ;
- 10% de PM pour Unilever ;
- 5% de PM pour les autres « petites » marques.

Pour les liquides, les parts de marché sont les suivantes :

- 60% de PM pour Henkel ;
- 38% de PM pour Sidet ;
- 2% de PM pour les autres marques.

VIII-3-2-5. La concurrence

Des grands groupes internationaux se sont déjà implantés ou vont s'implanter sur le marché algérien, soit parce qu'ils sont devenus partenaires de sociétés anciennement nationalisées, (c'est le cas de Henkel, qui est désormais le partenaire majoritaire de trois autres filiales du groupe Enad), soit qu'ils importent actuellement et conditionnent sur place (c'est le cas de Unilever et Procter and Gamble) soit qu'ils cherchent à devenir partenaires de sociétés nationales ou de s'implanter à leur propres frais.

Il va sans dire aussi que, compte tenu de l'importance de ce marché, des sociétés locales sont apparues ou risquent d'apparaître pour conquérir des parts de ce marché.

L'appréciation des points forts de la concurrence sont :

- Reprise de la marque « ISIS » par Henkel et « OMO » par Unilever ;
- Présentation du produit (design adapté, étiquetage approprié...) ;
- Politique de communications :
 - Interne : Implication du personnel à la nouvelle politique de l'entreprise Henkel ;

- Externe : Publicité intensive sur les médias (TV, radio, presse écrite, affichage), exploitation des espaces publicitaires initialement utilisées par l'E.N.A.D.
- **La promotion :** Promotion en direction des distributeurs par des stimulants (remise, ristournes, réduction progressive des prix par échelle d'enlèvements) ;
- **La distribution :**
 - Récupération de l'ancien réseau de distribution de l'E.N.A.D – Sodige (ex. Diprochim) et distributeur privés ;
 - Segmentation géographique des distributeurs par région (sur l'ensemble du territoire national) ;
 - Allègement de la procédure des ventes (simplification du dossier client) ;
 - Facilités de paiement accordées aux distributeurs.
- **Autres :**
 - Le choc provoqué par le lancement de l'ISIS dans sa nouvelle version (réputation maison Henkel). Mise en valeur du produit ;
 - Mise à jour de l'outil de production aux normes internationales.

L'appréciation des points faibles de la concurrence sont :

- Les prix de ventes sont élevés en comparaison avec les produits Sidet, à titre indicatif le prix unitaire HT /DA :

Désignations	Conditionnement	Henkel	Sidet	Ecart
Poudres à lavage manuel	Etuis 600 g	/	40,00	+ 3,92
	Sachet 600 g	43,92		
	Etuis 400 g	36,27	30,00	+ 6,27
	Sachet 400 g	32,28	29,50	+ 2,73
Poudres à lavage machine	Valisette 4 g	618,80	391,40	+ 227,40
	Etuis 500 g	86,67	44,57	+ 44,17

Tableau 11 : Comparaison des prix de ventes

- La qualité intrinsèque du produit ne peut justifier la différence du prix ;
- La gamme des produits est restreinte par rapport à celle de Sidet comme l'indique le tableau ci-après :

	Etuis					Sachet			
	4 kg	800 g	600 g	500 g	400 g	600 g	500 g	400 g	270 g
Noor (Sidet)			X		X			X	X
ISIS (Henkel)					X	X			
Teldj (Sidet)	X	X		X			X		
Le chat (Henkel)	X			X					

Tableau 12 : Restriction de la gamme des produits

- L'échec du lancement du produit « Le chat » malgré un tapage médiatique intense (prix trop élevé, marque reste étrangère à la ménagère algérienne).

VIII-3-2-6. L'environnement

Comme énoncé précédemment, des grands groupes internationaux se sont installés dans le pays (Henkel, Unilever et Procter and Gamble,...).

En fonction de cette évolution, elle se doit d'exécuter un virage important mais fondamental c'est-à-dire passer d'une entreprise monopolistique et « productiviste » à une société « orientée marché » confrontée à une concurrence. Il s'agit, à nos yeux d'une action de SURVIE.

L'entreprise a donc l'obligation de se mettre à niveau pour atteindre un niveau de compétitivité voisin (voire équivalent) de celui des sociétés étrangères qui sont ou seront présentes sur le territoire national. Un partenariat avec l'un de ces groupes peut être une solution envisageable pour accélérer le positionnement concurrentiel.

VIII-3-2-7. Conclusion du diagnostic de l'environnement externe

L'analyse précédente nous a permis de synthétiser les menaces, opportunités et risques de Sidet :

Menaces	Opportunités	Risques
<p>- Les menaces principales ont été (en partie) énoncées ci-dessus, à savoir que :</p> <ul style="list-style-type: none"> ➤ Le marché algérien est désormais soumis à une concurrence internationale de très haut niveau ; • Qui peut inonder le marché de produits qui ont fait et font leurs preuves sur des marchés européens (ou autres) en perpétuels développements ; • Qui est à la pointe (et donc en avance) au niveau des innovations technologiques ; • Qui a une pratique très développée des techniques de marketing, de la publicité et de l'utilisation des médias pour « avoir une influence » sur le 	<p>- Les opportunités sont les suivantes :</p> <ul style="list-style-type: none"> • De bonnes formules ; • Un savoir-faire et un atelier-pilote pour tester des nouvelles formules à développer ; • Une prise de conscience des problèmes et une volonté « diffuse » de réagir, malgré les nombreux freins actuels ; <p>Un personnel humain capable de relever les défis tant au niveau quantitatif qu'au niveau qualitatif.</p>	<p>- Les risques sont les suivants :</p> <ul style="list-style-type: none"> • Pendant tout le temps que prendra la mise à niveau de Sidet (technique, marketing, humaine, gestion, informatique, ...) les concurrents continueront leur « marche en avant » et le retard sera, toujours difficile à rattraper ; • Les lois sociales algériennes et les lenteurs des administrations concernées risquent de freiner cette mise à niveau sous couvert de protection des salariés ;

<p>comportement d'achat de ses clients ;</p> <ul style="list-style-type: none"> • Qui possède les données et références techniques pour rendre performants les sites industriels qui sont devenus ou deviendront ses partenaires (et ce tant au niveau technique qu'au niveau managérial). <p>➤ L'absence des produits Sidet pendant de nombreux mois sur un marché déjà bien chargé risque de peser très lourd dans une optique de fort (et rapide) développement ;</p> <p>➤ La situation actuelle de l'entreprise Sidet, c'est-à-dire :</p> <ul style="list-style-type: none"> • L'état dans lequel se trouve son outil industriel ; • Une faible réflexion marketing, ajoutée à une mise en application quasi nulle des recommandations émises ; • Un personnel trop nombreux avec un état d'esprit (quasi général) assez proche de la démission. <p>Il faut et faudra beaucoup de détermination à ce même personnel pour parvenir (le plus rapidement) au niveau de compétitivité requis.</p>		<p>La masse financière importante qui risque d'être nécessaire pour cette mise à niveau et qui ne doit, en aucun cas, pénaliser son développement ni surtout sa rentabilité.</p>
---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	--	----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------

Tableau 13 : Menaces, opportunités et risques de Sidet

Concernant la demande, les menaces et opportunités sont :

Menaces	Opportunités
<ul style="list-style-type: none"> ▪ Méconnaissance du marché et des concurrents ; ▪ Mauvaise qualité de présentation, bien que les pouvoirs moussants et de lavage soient jugés bons ; ▪ Emballage défaillant ; ▪ Délais de livraison non respectés ; ▪ Non-respect des engagements contractuels ; ▪ Mauvais accueil des clients ; ▪ Une concurrence qui propose des produits similaires voir meilleurs. 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Expérience de Sidet dans le domaine de la détergence ; ▪ Disponibilité d'un outil de production ; ▪ Unité pilote, actuellement, unique en Algérie ; ▪ Bonne participation aux foires nationales et internationales ; ▪ Forte agressivité des concurrents qui oblige Sidet à devenir, elle aussi, agressive ; ▪ Possibilité pour Sidet d'être le n°2 et pourquoi pas (re)devenir le n°1.

Tableau 14 : Menaces, opportunités des demandes

Concernant l'offre, les menaces et opportunités sont :

Menaces	Opportunités
<ul style="list-style-type: none"> ▪ Renommées internationales de Henkel et Unilever ; ▪ Utilisation de publicité tous médias ; ▪ Grande réactivité de leur part ; ▪ Fortes puissances financières ; ▪ Veille technologique et des formules innovantes déjà testées dans des pays occidentaux et donc facilement transférables au marché algérien. 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Des prix actuels jugés compétitifs ; ▪ De bons produits et une bonne notoriété comme dit précédemment ; ▪ Une unité pilote ; ▪ Une volonté de veille technologique.

Tableau 15 : Menaces, opportunités des offres

VIII-3-3. Diagnostic interne (fonctionnel)

VIII-3-3-1. Diagnostic de la fonction technique

√ **Evaluation des moyens techniques de production**

L'objectif essentiel de cette partie est de faire l'état des lieux de l'outil de production.

Le service production se compose de :

- Un chef de département ;
- Une secrétaire ;
- Un programmeur ;
- Quatre chefs de services (sulfonation, fabrication, conditionnement, fabrication d'emballages).

Pour la compréhension :

- Le service sulfonation concerne, en réalité, la mise en œuvre des matières actives (3 unités : U700, U100, U800 / U1100) :
- Le service fabrication (proprement dit) concerne la mise en oeuvre des poudres et des liquides (4 unités : U400F / U900, U300, U500 et U200) ;
- Le service conditionnement réalise (en trois ateliers) le remplissage des poudres, des liquides et des produits récurants. Il possède aussi un quatrième atelier de réalisation d'emballages plastiques.
- Le service fabrication d'emballages (étuis cartons essentiellement) possède deux ateliers : imprimerie Bobst et plieuses/colleuses).

Il faut noter que :

- L'atelier « emballage plastiques » est à l'arrêt pour deux raisons : le matériel est défaillant les flacons en eux-mêmes et donc les moules sont dépassés au niveau esthétique.
- L'atelier « emballage carton » est, lui aussi, à l'arrêt. Les machines sont certes fonctionnelles mais mériteraient une certaine révision. Leur technologie est, malgré tout, dépassée. La machine d'impression des étuis (une Bobst, datant de 1980, trois couleurs + un vernis ou quatre couleurs) peut fonctionner. Les deux plieuses/colleuses sont opérationnelles. L'effectif de cet atelier (en 4 équipes) est de 30 personnes. Les étuis 6 couleurs qui apparaissent désormais dans les nouveaux lancements sont sous-traités.
- L'atelier de conditionnement des liquides est à l'arrêt et il n'y a pas actuellement de ventes.
- L'atelier de conditionnement des produits récurants est à l'arrêt.

Le programmeur réalise en fait les bilans de la production mais ne fait pas « la » programmation.

Il réalise un plan annuel (année n) basé sur celui de l'année n-1 et tenant compte des grandes orientations de développement.

√ **Planification et le suivi de la production**

La programmation de la production est organisée au sein du département P.C.O (Programmation Contrôle et Organisation) par une personne qui dépend directement du Président Directeur Général tout en étant présente sur le site de l'usine (Complexe). Cette personne assure donc des tâches aussi essentielles que :

- L'établissement et le contrôle du budget annuel avec une proposition de « pré-plan » établi dès le mois d'août et finalisé pour une présentation et une validation par le Conseil d'Administration, au dernier trimestre de chaque année.
- Un « reporting », véritable « Tableau de Bord » de Direction, mensuel et réalisé sous forme de fascicule, distribué le 10 de chaque mois, aux principaux responsables et qui prend, notamment, les chiffres clés :
 - De la production ;

- Des ventes ;
- Des mouvements de stocks (entrées, sorties, consommations...) :
- De la maintenance avec un suivi des équipements par temps et causes d'arrêts ;
- Des ressources humaines : frais de personnels, mouvements des personnels, bilan de formation ... :
- Plus un résumé de la situation financière, en signalant « les faits saillants » du mois précédent.
- Un « reporting » quotidien concernant les données et une analyse des écarts concernant :
 - Les ventes ;
 - Les productions ;
 - Les analyses-laboratoire des produits finis et semis-finis ;
 - Les stocks, pour lesquels les situations critiques sont signalées (risques de rupture, mais non les sur-stocks...).

√ Politique d'achats et d'approvisionnements

Avant d'aborder, en détail, cette partie, nous souhaitons, ici, préciser des points de terminologie.

Il est communément admis, au plan international, de faire la distinction entre les deux fonctions que sont les achats d'une part et les approvisionnements d'autre part, même si, parfois, une même personne peut être investie des deux rôles.

- La fonction achats a pour rôle de gérer la relation globale entreprise-fournisseurs. C'est elle qui assure la gestion des conditions générales d'achats en termes : produits, qualité, délais, prix, conditions et mode de transport, de règlement etc...

Les personnes chargées assurent les négociations périodiques sur la base, généralement, d'appels d'offres ouverts, et évaluent périodiquement les fournisseurs et en recherchent d'autres (« marketing » achats). Ce sont eux qui sont à l'origine de la passation de contrats ou de commandes ouvertes, valables à des conditions données pour une période donnée. Ils font des relances dans des cas graves et exceptionnels, pour lesquels l'autorité de l'approvisionneur ne suffit pas.

- La fonction approvisionnements consiste à valider les besoins en produits issus des calculs réalisés sous la responsabilité de « l'ordonnancement » (voir ci-dessus). La fonction, très opérationnelle, s'intéresse donc essentiellement aux besoins en quantités exprimée sous forme de demandes d'achats émises par un demandeur (ou de « propositions d'achats » issues d'un système informatique).

L'approvisionnement (même s'il peut être amené, lui-même, à consulter) s'intéresse donc plus, directement ou par l'intermédiaire de l'acheteur, aux quantités et à la qualité des produits à livrer (pour satisfaire des besoins exprimés) qu'aux prix négociés par ailleurs.

Cette terminologie diffère fondamentalement de celle en usage chez Sidet puisque le terme « approvisionnement » est appliqué, au sens premier du terme, à un rôle d'achat et plus généralement utilisé pour désigner les achats et les approvisionnements.

On notera par ailleurs que le département achats de Sidet est également responsable des stocks et magasins matières premières.

Les volumes d'achats traités chez Sidet peuvent se résumer comme suit :

- Pour les fournisseurs :
 - 34 fournisseurs de matières premières et emballages (24 locaux, 10 internationaux) ;
 - 10 fournisseurs principaux de consommables (tous locaux) :
 - Prestations ;
 - Un grand nombre de fournisseurs (plus de cent, quasi exclusivement locaux), de pièces de rechange.
- Pour les volumes :
 - Une centaine de références matières et emballages dont 12 matières premières « critiques » (importées) ;
 - 12.000 références de pièces de rechange, les autres articles n'étant pas codifiés ;
 - 32 à 35.000 tonnes approvisionnées par an (dont 20.000 tonnes importées) ;
 - 20 commandes par mois, de 1 à 6 lignes, pour les matières premières locales, induisant 2 à 3 réceptions par jour en moyenne ;
 - 50 arrivages, d'une moyenne de 3 produits chacun, pour les matières importées ;
 - 1 commande/jour de 1 à 22 lignes (10 lignes en moyenne) pour les pièces de rechange.

A noter également que les 12 matières principales font l'objet de commandes fermes, souvent à caractère « favorable » en fonction des prix confirmés, généralement après appels d'offres (avec 1 à 4 livraisons par an et par produit), alors que les produits approvisionnés localement (matières premières et emballages) font l'objet de contrats/cadres négociés avec des livraisons échelonnées.

Les délais de livraisons sont relativement courts :

- 60 jours pour les importations matières (dont 15 à 20 jours de dédouanement en procédure normale) ;
- 1 semaine pour les matières premières locales, 1 semaine pour les emballages ;
- Quasi immédiat pour les consommables.

√ **L'organisation des achats et de la gestion des stocks matières chez Sidet**

Les achats et les approvisionnements sont « bicéphales » chez Sidet.

- Le département commercial, comprenant le Directeur Commercial rattaché directement au Président Directeur Général, et un « approvisionneur » (Chef de Service), est responsable :

- Des achats des 10 à 12 matières importées ainsi que des quelques consommables et pièces de rechange spécifiques. Il commande et organise la réception (aux ports, en général) et la livraison à l'usine en faisant appel au département transports notamment ;
- De l'achat, en local, de quelques matières critiques pour lesquelles 6 à 8 contrats sont conclus annuellement. Les approvisionnements sont demandés par l'usine, sur appels de livraisons, en fonction des besoins (niveau des stocks généralement) ;
- Le département approvisionnement, rattaché à la Direction usine, assure deux rôles :
 - Tous les autres achats de toutes natures réalisés par un chef de service, deux acheteurs, cinq démarcheurs et un responsable de transit (réception aux ports et dédouanement). Le mode d'approvisionnement est à point de commande pour les matières et emballage et de demande d'achat (émise par le demandeur) pour les achats de consommables, de service et généralement de pièces de rechange.
 - La gestion des magasins et des stocks des matières achetées menée par un chef de service, un chef de section, douze caristes (dont deux chefs d'équipes), sept magasiniers et quatre manutentionnaires.

√ **La politique qualité par activités/produits**

● **Matières premières (MP)**

Elles sont toutes contrôlées sauf le fuel, l'hydrazine pour le traitement des eaux, le gaz naturel et les colorants, car le service ne possède pas les fiches techniques correspondantes.

A la réception, il y a comparaison entre la quantité par rapport à la palettisation. Ce contrôle physique se fait par le service gestion des stocks.

La norme de l'échantillonnage est établie par le laboratoire de contrôle.

Le feu vert ou le refus est envoyé au département approvisionnements pour entrée ou non en stock. C'est ce dernier qui prend la responsabilité de l'utilisation ou non de cette MP.

● **Semi-finis (SF)**

Il s'agit des contrôles concernant la soude, l'acide sulfonique, la matière active, le silicate, les poudres atomisées, la préparation des liquides (linge, vaisselle, machine).

Chaque heure, un prélèvement est effectué par le laboratoire sur site.

Si accepté → le OK de continuer est donné.

Si pas accepté → arrêt de la fabrication (cette démarche est maintenant respectée, pour tout produit et partout).

- **Produits finis (PF)**

En ce qui concerne le contrôle de poids, le laboratoire effectue un prélèvement toutes les heures. Le contrôle visuel est fait par un contrôleur sur chaîne.

Les gros problèmes rencontrés sont les suivants :

- Non respect du poids ;
- Bande adhésive sur caisse carton mal collée ;
- Des palettes en très mauvais état détériorant les caisses cartons tout au long de leur acheminement ;
- Des mauvais dimensionnements des caisses cartons laissant des espaces d'air dans les caisses et provoquant ainsi des détériorations ultérieures ;
- Des modes de palettisations non-conformes et provoquant des écrasements.

√ **La politique de management de la qualité**

Les responsables de la filiale Sidet ont souhaité non seulement s'engager dans la voie de la mise à niveau, mais aussi et surtout dans celle de la certification ISO 9001. Ceci devrait lui permettre de se positionner idéalement par rapport à la concurrence actuelle, en vue d'une reconquête du marché national, d'un développement important et d'une amplification de ses exportations.

L'engagement dans ce sens démontre bien la volonté de positionner la société au mieux face aux exigences de développement envisagées et/ou envisageables.

√ **Politique de la maintenance industrielle**

Le service de maintenance industrielle « comprend » actuellement 156 personnes sur les 853 personnes présentes sur le site.

Il comprend 4 services et 4 « zones » d'entretien.

Les services, avec quatre chefs de services, sont constitués de :

- 1 bureau d'études (10 personnes) et des méthodes (5 personnes, dont un « ingénieur statistique ») dont dépend le magasin pièces de rechange (8 personnes dont un « acheteur ») ;
- 4 services de soutien :
 - Electricité et instrumentation ;
 - Entretien mécanique avec une section chaudronnerie et une section usinage ;
 - « Utilités » avec une section travaux divers et maçonnerie et une section énergie (gaz, électricité, eau,...).

Chacune des quatre zones, « coiffée » par un chef de zone, travaille en continu.

Il en est ainsi pour :

- La zone 1 : matières actives ;
- La zone 2 : fabrication poudres ;
- La zone 3 : conditionnement et imprimerie ;
- La zone 4 : les utilités.

Les achats de services et de pièces de rechange se font sur demandes d'achats soumises aux services achats de l'unité pour étude, négociation et exécution.

Le budget de la maintenance tel qu'il était estimé il y a déjà 2 ans par le service est de l'ordre de 70 M DA.

√ **Les procédés de fabrication**

Les processus pour la fabrication des poudres, des récurants et des liquides sont les suivants :

- Poudres :

- Réception des ingrédients liquides et/ou solides ;
- Dosages des ingrédients ;
- Préparation de la pâte ;
- Filtrage et homogénéisation de la pâte ;
- Pompes haute pression et atomisation ;
- Séchage ;
- Tamisage ;
- Stockage ;
- Addition de parfum ;
- Conditionnement.

- Récurants :

- Réception des ingrédients solides et/ou liquides ;
- Dosages des ingrédients ;
- Pré-mélange ;
- Parfumage ;
- Stockage ;
- Conditionnement.

- Liquides :

- Réception des ingrédients liquides ;
- Dosages des matières liquides ;
- Mélange ;
- Conditionnement.

√ **Points forts et points faibles de la fonction de production**

Sans vouloir « enfoncer » un clou que tout le monde, au sein du complexe, connaît et a signalé depuis longtemps, force est de constater que le service production est dans une situation très délicate.

Il ne présente, pour ainsi dire, aucun point fort, bien au contraire.

- Exploitation :

Les détergents sont, de par leur nature, le résultat de chaînes de transformation de produits soumis à de réactions chimiques.

De ce fait, la sauvegarde et le maintien en fonctionnement des équipements est fonction des paramètres de production ainsi que de la stabilité des nombreuses réactions chimiques provoquées. Ceci dit, toute perturbation peut engendrer des détériorations préjudiciables au niveau de ces équipements.

- Maintenance :

La maintenance est un support indispensable à une production de qualité ainsi que pour la préservation de l'outil de production.

La situation actuelle se caractérise par :

- Un déficit en personnel qualité par rapport aux exigences requises dans les postes de travail ;
- L'insuffisance en moyens permettant des diagnostics périodiques et d'autres de réparation ;
- Un manque de pièces de rechange ;
- Des difficultés de mise en application de la maintenance préventive, essentiellement le premier niveau et le deuxième niveau.

- Qualité :

Les analyses physico-chimiques pratiquées sur les matières premières sont, par manque de matériel et réactifs adéquats, limitées et, par conséquent, ne permettent pas d'effectuer des analyses approfondies.

La durée et les conditions de stockage de certaines matières premières contribuent à la longue à leur détérioration. Celles-ci en perdent plus ou moins de leurs caractéristiques d'origine.

Ajoutée à cela, la mauvaise qualité des matières premières locales, utilisées dans le cadre de la politique d'intégration ; constituent une contrainte à la qualité.

En outre, il y a manque de perfectionnement chez le personnel qui nécessite une mise à niveau eu égard à l'évolution et l'apparition de nouvelles technologies.

- Gestion Matières Premières :

La compression des charges d'exploitation passe en premier lieu par la maîtrise des consommations des matières premières qui nécessite une gestion rigoureuse. La gestion des matières premières se détermine par la revue des règles d'achat, des normes d'emballages, de transport et de stockage, ainsi que de l'état des installations.

- Approvisionnements :

La majeure partie des matières premières est importée. La société n'est pas outillée pour accéder aux réseaux d'information internationaux (Internet, ...) permettant d'opérer avec un maximum de garantie en matière de prix, qualité, conditions générales d'achats et programmes des livraisons.

On peut récapituler toutes les conclusions auxquelles nous sommes arrivés grâce aux entretiens réalisés avec les chefs de départements de l'E.N.A.D, dans le tableau 11 de synthèse du diagnostic de la fonction technique.

Tableau 16 : Synthèse du diagnostic de la fonction technique

Points clés	Evaluation		
	Faible	Moyen	Fort
Technologie /savoir faire			
• Avance technologique		X	
• Maîtrise du métier		X	
• Protection du savoir faire		X	
• Recherche / développement	X		
Moyens matériels			
• Bâtiments et implantation			X
• Etat du potentiel du matériel	X		
• Adaptation matériel/produits		X	
• Flexibilité / polyvalence du matériel		X	
• Coût d'utilisation du matériel (énergie, entretien)		X	X
Moyens humains			
• Importance/niveau effectifs			X
• Importance/niveau effectifs			X
• Qualifications de la main d'oeuvre		X	
• Productivité de la main d'oeuvre		X	
• Valeur de l'encadrement	X		
• Relations humaines	X		
Méthodes de gestion de production			
Etudes et méthodes			
• Gammes opératoires		X	
• Nomenclatures		X	
• Standardisation			X
Planning, ordonnancement	X		
• Qualité liaison commercial/fabrication	X		
• Séries économiques			
• Equilibre du plan de charge et optimisation de l'utilisation des moyens humains et matériels	X		
• Suivi des programmes, respect des délais		X	
• Suivi des stocks et en-cours	X		
Contrôle de production			
• Contrôle des activités individuelles	X		
• Contrôle des consommations		X	
• Gestion et contrôle qualité	X		
Gestion des équipements et maintenance		X	
• Méthode de maintenance			
Hygiène et sécurité			
• Conditions de travail	X		
• Moyens matériels et installations			X
• Equipements individuels	X		
Gestion budgétaire			
• Fiabilité des méthodes d'élaboration budgétaire	X		
• Efficacité du contrôle budgétaire	X		
Systèmes d'informations et tableau de bord			
• Pertinence des indicateurs retenus	X		
• Cohérence avec le système d'information et le tableau de bord général	X		
Approvisionnements		X	
• implantation surface de s bureaux			
• confort de travail	X		
• image de l'entreprise (vis à vis des fournisseurs)		X	
• matériels bureautiques		X	
• matériels et systèmes informatiques		X	
• moyens de communication (téléphone, télex, télécopie)		X	X
Stocks et entrepôts			
• implantation et surface des magasins			X
• moyens et installation de stockage			X
• moyens de protection (vol)		X	
• moyens de sécurité (incendie)			X
• moyens de réception (voie, quais de déchargement)		X	
• moyens de manutention		X	
• voies et moyens de circulation des matières (vers la production)		X	

VIII-3-3-2. Diagnostic de l'organisationnel et du système d'information

√ **L'organisation et les ressources humaines**

Il y a 853 personnes sur le complexe.

L'organisation est fonctionnelle. Elle a été établie en 1986 par les italiens et elle n'a pas changé depuis. (voir organigramme)

Il y a 176 cadres (au sens de la convention collective), 388 agents de maîtrise, 214 agents d'exécution et 77 temporaires (deux personnes sont parties, tout récemment, à la retraite d'où les 853 personnes).

Le Directeur du complexe a, pour le seconder :

- Cinq assistants directeurs ou sous-directeurs techniques :
- Sept chefs de départements :
 - Recherche et contrôle qualité ;
 - Sécurité ;
 - Approvisionnements (mais pas achats) ;
 - Ventes (il s'agit, en réalité, de l'expédition) ;
 - Transport ;
 - Ressources humaines ;
 - Finances et comptabilité.

- Indicateurs de comportement

- **Absentéisme**

Il est bien suivi et les chiffres remontent des structures.

Il est de 2,5 % en moyenne (ce qui est correct).

Il concerne les absences irrégulières et non justifiées, les maladies, les congés maternité, les accidents du travail et les retards.

Il est jugé satisfaisant par la Direction.

L'absentéisme est plus important la nuit.

N.B. : Une nouvelle organisation des quarts a eu une influence positive puisque le taux d'absentéisme a baissé depuis son installation.

Le quart du matin dure de 6h. à 14h., celui de l'après-midi de 14h. à 20h. et celui de la nuit de 20h. à 6h.

Chaque quart dure trois jours : 3 jours de quart du matin puis trois jours de l'après-midi, puis trois jour de nuit et enfin trois jours de récupération. Durée du cycle 12 jours.

- **Turn-over (départs)**

Il n'y a pratiquement pas de démissions.

Par contre beaucoup de personnes demandent leurs départs à la retraite, même anticipée. Il est certain qu'il y a beaucoup d'avantages mais cela dénote d'un état d'esprit préoccupant.

L'organigramme possède, en fait, neuf niveaux hiérarchiques :

- Niveau n : Directeur
- Niveau n-1 : Sous-directeur
- Niveau n-2 : Chef de département
- Niveau n-3 : Chef de service
- Niveau n-4: Chef de section et chef de quart
- Niveau n-5: Chef d'équipe
- Niveau n-6: Conducteur, opérateur
- Niveau n-7: Aide conducteur, aide opérateur
- Niveau n-8: Manutentionnaire

- **Procédures administratives**

Il n'en existe pas mais compte tenu de la mise en route de la certification ISO, elles sont en cours d'établissement.

- **Procédures techniques**

Elles sont beaucoup plus informelles que formelles. Il en existe qui ne sont pas écrites mais qui fonctionnent.

Cet état de fait a provoqué et continue de provoquer des situations anormales, à savoir que l'on peut trouver n'importe qui à n'importe quel poste.

- **Fiches de postes – de fonctions**

Elles existent mais elles sont périmées. Aucune mise à jour ou révision n'a été effectuée depuis 1986. Des tâches ont par ailleurs disparu et des changements d'équipements ne figurent pas sur certaines fiches existantes.

Compte tenu de l'exigence ISO, le travail d'établissement de l'ensemble des fiches est en cours.

√ **Le système d'information**

- **Le système actuel**

Le système d'information est dirigé par un responsable, de formation Ingénieur d'Etat en Informatique.

Celui-ci, récemment affecté à l'Unité, était précédemment en poste au sein du groupe. Il dépend directement de la Direction Générale du complexe.

Les moyens informatiques actuels sont constitués, aujourd'hui, de 44 micro-ordinateurs autonomes (pas de réseau) et 42 imprimantes.

Les applications installées sont toutes développées en interne, soit sous Clipper et Dbase, soit sous Dos, et maintenues par l'informatique groupe, avec :

- La paie développée en spécifique ;
- La comptabilité générale, également spécifique ;

- Une gestion des stocks utilisée particulièrement pour la gestion des pièces de rechange ;
- Un programme de gestion budgétaire et un programme de gestion des ressources humaines, non encore opérationnels à ce jour.

Il n'y a pas de budget informatique prévisionnel et les coûts d'investissements et de fonctionnement annuels sont ainsi difficiles à cerner.

- **Les orientations**

Il est clair que l'organisation de la fonction informatique (un responsable de bon niveau et motivé, rattaché à la Direction Générale) répond aux critères de « bonne gestion » dans ce domaine.

Mais, même si le taux d'informatisation, en postes de travail, n'est pas négligeable (plus de 40 postes de travail) eu égard aux personnes réellement opérationnelles (équivalent 300 personnes environ en fonction des normes internationales...).

L'ensemble du système sera totalement obsolète par rapport aux besoins qui exigent à minima :

- Un fonctionnement en réseau, intégrant données et téléphonie, 60 postes à renouveler tous les 3 – 4 ans ;
- Une utilisation généralisée des nouvelles technologies Intranet et Extranet pour la messagerie interne et externe et un site Web ouvert aux clients et distributeurs ;
- La formation de base à la bureautique et la formation technique aux nouvelles technologies ;
- La vérification, la mise à jour et la régularisation éventuelle des licences des progiciels et logiciels installés ;
- Le nécessaire recrutement (sauf à le trouver sur place) d'un deuxième informaticien, de profil plus technique, en charge du réseau, de la bureautique et des communications en général.

VIII-3-3-3. Diagnostic de la fonction marketing

Dans cette partie on analysera les éléments qui constituent la stratégie de marketing de l'entreprise à savoir :

Le mix-marketing composé des éléments suivants : produit, prix, distribution, communication.

√ **Evolution des ventes**

L'analyse des ventes des deux dernières années est donnée par le tableau :

Indication	2004	2005
Chiffre d'affaires en valeur (MDA)	2 088	1 723
Taux de croissance du CA	13%	-17%

Tableau 17 : Evolution des ventes

Le chiffre d'affaires de la société a augmenté en 2004 puis a baissé en 2005 de 17 % par rapport à l'année 2004

Par rapport à l'année 2004 la structure des ventes a beaucoup changé comme il est indiqué dans le tableau suivant :

Gamme de produits	2004	2005
Poudre	85%	98%
Liquide	7%	-
Autres produits	8%	2%
Total	100%	100%

Tableau 18 : Gamme de produits

Ainsi "la poudre" qui représentait 85% des ventes en 2004 est passée à 98%. La vente de liquides a disparu en 2005 et les "autres produits" ont amorcé une chute importante.

√ **Politique des prix**

- La méthode de détermination des coûts :

L'entreprise utilise une méthode de calcul des coûts de revient des différents produits inspirée de celle du coût complet.

La méthode employée distingue les charges directes et les charges indirectes.

Les charges directes sont celles qui liées directement à un produit donné et les charges indirectes, celles qui subissent un traitement préalable avant d'être incorporées dans le coût de production.

Les charges communes sont réparties comme suit :

- La consommation de matières premières et emballages est répartie sur la base d'un état de consommation établi à partir des bons de sorties magasin ;
- La consommation des utilités est imputée aux sections sur la base de la puissance installée et le nombre d'heures de fonctionnement ;
- Les frais de déplacement sont affectés sur la base d'une étude sondage ;
- Les frais de transport du personnel sont répartis selon les effectifs employés par les sections ;
- L'entretien et la réparation des équipements est réparti sur la base du nombre d'heures d'intervention de la maintenance ;
- L'entretien et la réparation des bâtiments industriels est affecté sur la base des dépenses réelles engagées par la structure maintenance ;
- L'entretien et la réparation du matériel informatique est réparti proportionnellement aux ordinaires de la structure ;
- Le montant des annonces et insertions est affecté aux structures génératrices des appels d'offres et les insertions publicitaires ;
- Le coût des frais de personnel est affecté aux structures suivant l'effectif employé ;
- Le montant de la TAIC (TAP) est viré au centre « vente » ;
- Le VF est affecté suivant les effectifs employés par les structures ;

- Les frais financiers sont imputés en fonction des quantités importées ;
- Le montant des assurances est différemment réparti selon la nature de la police :
 - o Assurance incendie : surface occupée ;
 - o Assurance transport : valeur d'origine des véhicules et aux sections utilisatrices ;
 - o Assurance produit : qualité des produits.
- La dotation annuelle d'amortissement est répartie au réel aux centres d'analyse.
- Les frais de siège, qui constituent des charges supplétives, sont affectés en totalité au centre administration.

La répartition secondaire qui consiste dans le « vidage » des charges des centres d'analyse auxiliaires aux centres d'analyse principaux, se présente comme suit :

- Les charges du centre d'analyse administration sont réparties au prorata des effectifs employés par les centres ;
- Les charges des autres centres sont affectées au prorata des charges directes de chaque centre principal à l'exception des frais de personnel qui sont répartis en fonction des effectifs réels.

Les centres principaux arrêtés par la méthode sont :

- L'unité fabrication ;
- L'unité emballage ;
- L'unité conditionnement.

La méthode est appliquée sur les chiffres de l'année 2005.

La structure des coûts de revient d'un produit fabriqué se présente comme suit :

Désignation	DA
Matières Premières	
S/Total	
Main d'œuvre	
Amortissement	
S/Total	
Total charges directes	
Fournitures consommée (eau, électricité, gaz)	
Services	
Frais du personnel	
Impôts et taxes	
Impôts et taxes	
Frais divers	
Amortissement	
Frais de siège	
Total charges indirectes	
Coût de production	
Marge industrielle 10%	
Prix de vente HT	
TVA 17%	
Prix de vente TTC	

Tableau 19 : Coûts de revient d'un produit fabriqué

Remarque :

Le coût de revient qui sert à la détermination du prix de vente est calculé sur la base des données de l'exercice 2005.

Le prix de vente HT est obtenu en ajoutant 10% de marge au prix de revient du produit.

- Le coût des matières premières intervient pour 60% à 80% dans la formation du prix de revient des produits.
- Les frais de la main d'œuvre directe sont constitutifs du prix de revient à hauteur de 8% à 15% selon le produit.

En attendant la mise en place d'un système de calcul des coûts, nous proposons de bien étudier les charges directes (matières et frais de personnel) et d'en faire un suivi régulier mensuel. En effet, il s'agit de charges qui constituent une part importante dans la composition du produit fini et que les responsables de l'usine peuvent maîtriser valablement.

√ **Politique de distribution**

Sidet n'a qu'un circuit :

Production → Grossiste → Détaillant → Consommateur.

Les grossistes présentent 80% du chiffre d'affaires.

Le rôle attendu de la distribution est de faciliter l'écoulement.

Les grossistes sont considérés comme des opérateurs réguliers et permanents mais Sidet ne les a pas encore répertoriés en : « bons, pas bons, ... »,

En général le client grossiste se présente à l'entreprise mais il peut être livré avec facture.

Sidet est consciente qu'elle véhicule une mauvaise image auprès de ses clients mais qu'elle a la possibilité de la transformer relativement rapidement.

√ **Politique de la promotion****- Promotion des ventes :**

Il s'agit exclusivement de la participation à des foires locales ou internationales, accompagnée sur place de ventes promotionnelles pour faire connaître les produits.

Ces participations sont planifiées et Sidet essaie de participer à toutes celles qui ont trait à son métier.

- Communication :

Sidet vient de présenter un tout nouveau spot télé. Elle réalise aussi des spots radio, des placards dans les journaux, elle édite des brochures, des dépliants, des calendriers et offre des cadeaux de fin d'année.

Elle ne fait aucun contrôle de l'efficacité de ses actions publicitaires.

√ **Principales forces et faiblesses de la fonction marketing**

Force est de constater que Sidet ne possède que très peu de points forts dans ce domaine.

Non seulement, elle n'a pas réussi à entrer dans la phase qui consiste à se confronter à la concurrence tout en restant société publique, mais elle a été, pour des raisons indépendantes de la responsabilité de ses dirigeants quasi totalement absente (pendant de nombreux mois) de ce marché devenu concurrentiel.

Il s'est agi, à notre avis et sur le strict plan marketing et commercial, d'une attitude « incompréhensible » et finalement très négative.

Le point fort qui demeure est qu'elle a en son sein des gens capables de réfléchir à des solutions pertinentes. Dans la période précédente, ils ont émis des opinions mais, compte tenu de la situation décrite ci-dessus, ils n'ont été que peu entendus.

Dans la situation future, nous sommes persuadés qu'ils pourront exprimer des idées qui permettront à l'entreprise de progresser dans le sens du renouveau.

Nous pouvons synthétiser les principales conclusions, auxquelles nous sommes arrivés grâce aux entretiens réalisés avec les chefs de départements de l'E.N.A.D, dans le tableau de synthèse ci-après :

Tableau 20 : Synthèse du diagnostic de la fonction marketing

Points clés	Evaluation		
	Faible	Moyen	Fort
Etudes et recherches			
• Orientation des études et recherches		X	
• Connaissance des marchés		X	
• Créativité ; innovation des produits	X		
Produits			
• Adaptation aux marchés		X	
• Différenciation concurrence		X	
• Stade de vie, âge des produits		X	
• Protection de produits (brevets)		X	
• Equilibre de la gamme		X	
• Effets de synergie entre les produits de la gamme		X	
Prix			
• Rapport qualité/ prix produit			X
• Graduation échelle de prix		X	
• Ratio prix de vente / coût de revient		X	
Clientèle			
• Qualité de la clientèle		X	
• Répartition du risque		X	
• Nature des relations avec la clientèle		X	
Distribution			
• Maîtrise des circuits de distribution		X	
• Couverture géographique		X	
• Gestion des stocks de P.F	X		
• Livraisons /délais (distribution physique)		X	
Promotion / Publicité			
• Qualité des messages		X	
• Cohérence avec produit et prix		X	
• Dosage des supports et média	X		
• Budget de publicité	X		
Planification marketing			
• Programmation des actions	X		
• Affectation des responsabilités		X	
• Coordination générale		X	
Rôle du marketing			
• Place de marketing dans la culture de l'entreprise		X	
• Position hiérarchique de la fonction et de ses responsables		X	
Locaux et agencements			
• Surface des bureaux			X
• Implantation et fonctionnalité		X	
• Confort de travail		X	
Matériels bureautiques			
Matériels informatiques			
• Ordinateurs	X		
• Micro-ordinateurs		X	
• Systèmes et logiciels	X		
• Fichiers clients		X	
• Gestion des stocks	X		
• Statistiques commerciales		X	
• Enregistrement /confirmation commandes		X	
• Planning livraisons		X	
Moyens de stockage et de manutention			
• Entrepôts / magasins			X
• Installation de stockage			X
• Engins de manutention		X	
Moyens de transport et de livraison			
• Véhicules de transport		X	
• Véhicules / camions de livraison	X		
Moyens humains			
• Compétences personnelles		X	
• Importance numérique			X
• Efficacité force de vente		X	
Organisation et méthodes de gestion			
• Efficacité de l'organisation		X	
• Qualité des méthodes de gestion		X	
• Coordination avec autres fonctions	X		
• Tableau de bord commercial		X	

VIII-3-4. Construction du portefeuille des domaines d'activités stratégiques (D.A.S) de Sidet

Définition : Un domaine d'activité stratégique (DAS) est un ensemble homogène de biens/services qui a une demande spécifique (besoin à satisfaire/clientèle), une zone géographique d'influence spécifique, un savoir-faire technologique et par voie de conséquence en général une offre spécifique (concurrence bien déterminée), des facteurs-clés de réussite indépendants des conditions de réussite des autres domaines d'activité stratégique [Brechet J.P., 1996].

Les DAS de Sidet ont bien été identifiés.

Il s'agit des :

- Poudres ;
- Liquides ;
- Récurants ;
- Semi-finis / produits techniques.

Sidet souhaite couvrir tout le territoire algérien et estime pouvoir le faire.

Il faut, pour ce faire, encourager les clients à (re)venir acheter les produits ou créer des points de vente.

Alger et les 4 wilayas limitrophes (Médeä, M'sila, Bordj-Bou-Arridj, Béjaia) représentent environ 30% du marché, Oran représente 20%, Annaba/Constantine entre 15% et 20% et le sud quelques 10%.

De ce fait, il est possible d'atteindre, facilement, 75% du marché. La progression peut donc être importante car, actuellement, aucune action de pénétration du marché n'est véritablement entreprise.

√ **Objectifs stratégiques de l'entreprise**

- Concernant les poudres manuelles et machine : être en mesure de répondre aux diversifications des emballages demandées (ex : 100g pour étuis et sachets et surtout 200g) ;
- Concernant les liquides, rester très vigilant et innovateur car la tendance internationale est à la hausse) ;
- Revenir sur le marché des récurants ;
- « Attaquer » le marché prometteur des semi-finis / produits techniques ;
- Poursuivre l'export et le renforcer.

√ **Le diagnostic opérationnel – Marketing-mix**

Il consiste à analyser les propositions d'ajustement de l'entreprise dans le(s) domaine(s) d'activité stratégique correspondant au problème marketing qu'elle pose par elle.

- **Objectif stratégique -Objectif marketing**

→ **Objectif stratégique** : être n°2

→ **Objectif marketing** : reconquérir et maintenir ses parts de marché

- Pour les poudres : atteindre 30% sur deux ans et 35% la troisième année.
- Pour les liquides : atteindre et maintenir 40%
- **Marketing-mix**

- **Les cibles**

Les cibles (les 4 DAS) de Sidet ont été décrites ci-dessus.

Le taux des clients de Sidet (grossiste) est faible, il y a là bien sûr des fidélisations.

Un travail de fond que doit entreprendre Sidet et plus particulièrement sa future cellule marketing et commerciale.

- **Le produit**

- Le cycle de vie des produits n'est pas connu car tout est remis en cause avec l'arrivée des concurrents.
- Le portefeuille des produits se compose, à ce jour, de deux produits en poudre (moussant et non moussant), de deux produits en liquide (vaisselle et linge) et un produit en récurant.
- La rentabilité : le cheval de bataille était le conditionnement 600g. Actuellement les deux contenances « phares » sont les 600g et 400g.
- La gamme : 600g, 400g, 270g, 200g, 140g. Actuellement Sidet est capable de proposer une gamme la plus étendue possible, vu les moyens de production dont elle dispose.

VIII-4. Modélisation des différents aspects

VIII-4-1. Introduction

La situation économique actuelle de Sidet : résultat du diagnostic incite cette dernière à accélérer ses processus internes de réponse aux perturbations pour qu'elle soit compétitive. Cette complexité est essentiellement due à l'évolution de l'environnement économique et à l'exigence du marché ainsi qu'aux changements des techniques et des technologies des équipements.

Elle est accentuée par la participation de nombreux acteurs d'origine pluridisciplinaire. Notre principale préoccupation est l'amélioration de la conduite de l'entreprise et de gérer les perturbations pour passer d'une entreprise « productiviste » à une « société orientée marché ».

Les méthodes et méthodologies de modélisation en entreprise utilisées dans le domaine de gestion de production sont diverses et variées, comme nous les avons déjà citées dans les parties précédentes, aucune ne couvre la totalité des aspects pour la gestion des perturbations, l'application d'une méthode sur un cas industriel est un travail de grand envergure. [Abdmouleh A., 2004]

A la lecture de ces différents points, nous voyons bien l'intérêt d'une nouvelle démarche complémentaire aux méthodes classique qui s'articule sur :

- L'élaboration d'un modèle globale de Sidet indiquant des flux d'information de décision et de matière en situation normale et perturbée.
- Elaboration des modèles partiels par CIMOSA.

VIII-4-2. Elaboration du modèle global

Le modèle global élaboré est une vue globale des flux d'information, de décision et de matière en situation normale et perturbée, il est le résultat du diagnostic des différents aspects, plusieurs acteurs ont contribué à l'élaboration de ce modèle comme indiqué dans le schéma qui suit :

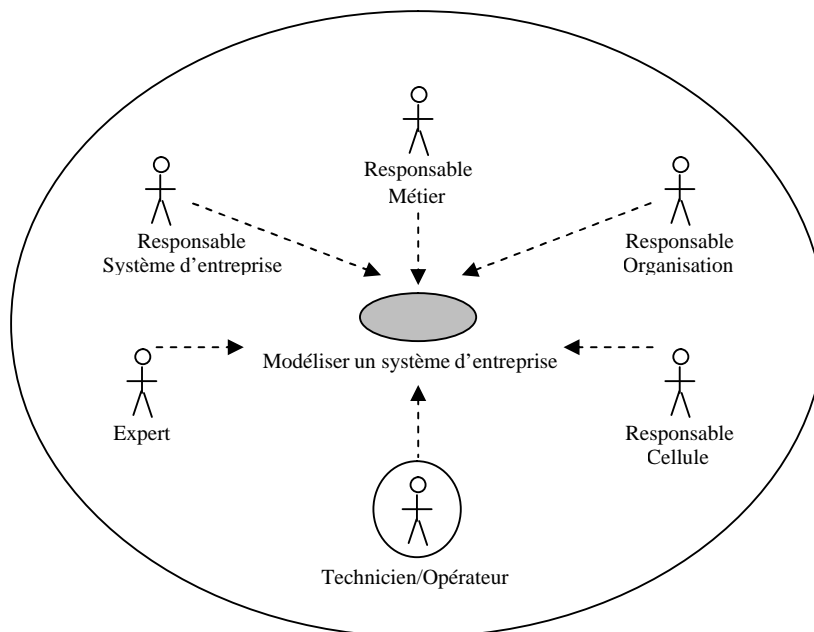


Schéma 47: Groupes d'acteurs contribuant à la modélisation d'un système d'entreprise

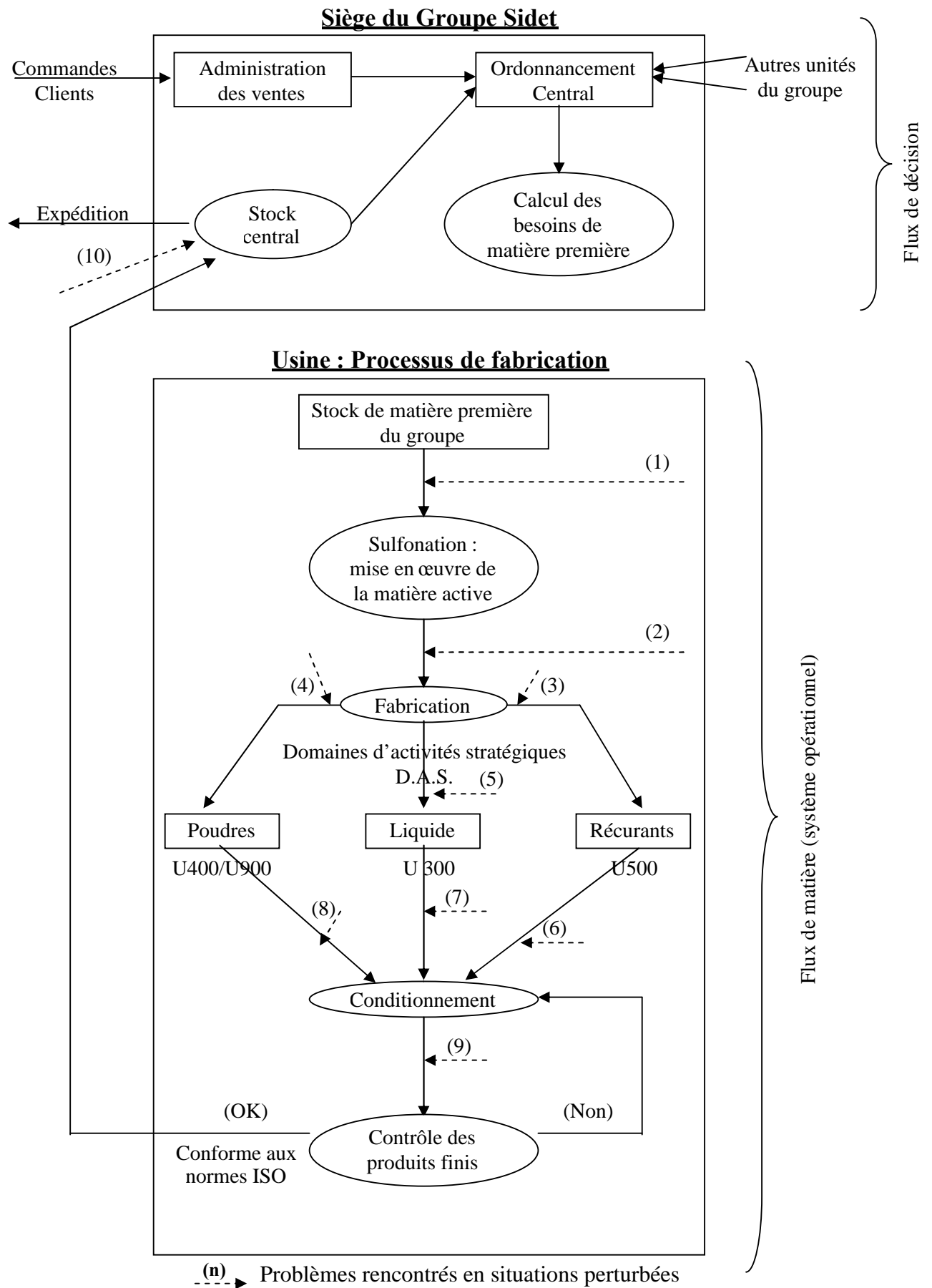


Schéma 48 : Modèle global de Sidet (Schéma des flux d'information de décision et de matière).

Le modèle global de Sidet représenté par le schéma 48 nous a permis :

- D’analyser complètement les systèmes opérants ;
- De suivre les différentes activités du processus en situation normale et perturbée ;
- De comprendre et d’analyser le fonctionnement de l’entreprise surtout en situation perturbée et d’identifier les différents problèmes rencontrés dans de telles situations.

Ces problèmes sont explicités en ce qui suit :

Problèmes (1) : Pénuries et surstocks de la matière première souvent rencontrés, causés par l’absence d’une gestion scientifique des stocks basée sur l’étude prévisionnelle.

Problèmes (2) : Problème de sulfonation : mise en œuvre de la matière active, c’est-à-dire la transformation de la soude sous forme de granulés en soufre liquide.

Actuellement le matériel est fonctionnel mais les défaillances reconnues sont les suivantes :

➤ **Au niveau du froid.**

Les compresseurs, qui doivent assurer un refroidissement de l’air à +2°C, sont défaillants. En effet, il est, en ce moment, quasiment impossible d’atteindre la température de 2°C. L’air est à une température supérieure ce qui provoque des contraintes importantes sur la qualité des produits de sulfonation, base du métier de la détergence. Il en résulte que des produits autres que ceux souhaités (tels que l’oléum, toxique) sont fabriqués. Les investissements conséquents sont indispensables.

➤ **Au niveau des réacteurs.**

Les réacteurs SX 1000 (4 petits modèles et 2 grands) et SX 3000 (3 grands modèles et 4 petits, ces derniers étant jugés hors d’usage) sont munis de diffuseurs.

Il n’y a malheureusement aucun diffuseur de rechange. Idem pour les moteurs.

Compte tenu de l’intense utilisation de ces éléments, la réaction de sulfonation n’est pas totale et l’atelier aboutit à des rendements globaux de 80%, ce qui semble insuffisant. Des investissements dans ces éléments sont indispensables.

➤ **Au niveau des ventilateurs.**

Là encore, il n’y a pas de pièces de rechange.

Comme précédemment et pour le bon fonctionnement de cet ensemble, il faut réaliser les investissements nécessaires.

➤ **Au niveau du réacteur à films.**

Il ne possède aucun élément de rechange ni au niveau des pompes et ni à celui des vannes. Cet appareil, qui a une capacité de 1T/Heure, réalise une bonne qualité tant en produits de sulfonation qu’en produits de sulfonation. Il y a donc lieu de le tenir en parfait état de marche et donc de réaliser les investissements correspondants.

Compte tenu de la corrosion avancée de l’ensemble de cet atelier, sa révision globale coûterait plus cher qu’un nouvel investissement.

En raison de son importance stratégique dans la fabrication du produit essentiel du détergent, cet atelier doit, impérativement, faire l’objet de la plus grande attention des responsables du complexe.

Problèmes (3) : Ils sont relatifs à l'unit U500.

Actuellement le matériel est fonctionnel mais les défaillances reconnues sont les suivantes :

- **Au niveau du four.**
 - Les vannes d'arrêt de gaz ont été utilisées comme pièces de rechange pour l'U400 ;
 - Le thermocouple du pilote d'allumage a été utilisé pour le SX 3000 ;
 - La vanne pour air chaud HV 220 mérite une réparation.
- **Au niveau de la section de préparation.**
 - La pompe à vis pour le transfert de la pâte est à acheter ;
 - La pompe basse pression pour l'homogénéisation de la pâte est à acheter et il n'y a pas de rechange ;
 - La pompe haute pression pour la tour (alimentation de la pâte vers le sommet de la tour) nécessite une révision ;
 - Le poste de contrôle ainsi que le réseau interphone (pour les communications) nécessitent une révision ;
 - Au niveau du poste Dosex, il y a lieu de faire une révision des balances matières actives et solides ainsi que de la vis de pré-mélange des solides ;
 - Au niveau de l'ascenseur, une rénovation se révèle indispensable car des pièces ont été utilisées pour un autre ascenseur ;
 - L'agitateur du réservoir de stockage de pâtes est à réviser ;
 - Le système de filtres de dépoussiérage des poudres filtrées vers l'extérieur est à rénover ;
- **Au niveau de la tour.**
 - Les vannes d'arrivée de la vapeur et de la pâte sont à réviser ;
 - Les indicateurs de pression et de température sont à changer car défectueux ;
 - L'anneau de raclage, les jointes de portière et de dilatation sont à réviser.
- **Au niveau du conditionnement.**
 - Le tapis est à rénover ainsi que la balance de pesage et le vibreur du silo intermédiaire.

Problèmes (4) : Il s'agit des problèmes des deux unités U400/U900 des produits fabriqués qui sont :

- Noor – poudre moussante ;
- Teldj – poudre non moussante.

Cet atelier peut produire 12,5 tonnes/heure.

- Les matières premières, solides et liquides, sont envoyées dans un mélangeur de 2 T (en bon état). Il présente, néanmoins, des défaillances jugées majeures. La pompe haute pression qui l'alimente est unique. Il n'y a, en effet, aucune pompe de rechange. C'est une situation qui n'est pas acceptable, compte tenu de l'importance de cet ensemble. Investissement à prévoir.

Il y a aussi un problème de vannes qui n'ont pas de rechanges. Investissements à prévoir.

Compte tenu des problèmes décrits ci-dessus, la qualité de mélange de ces matières premières appelé « pâte » n'est pas bonne.

- La pâte sera filtrée (filtre agitateur F 403), pompée u moyen de 2 pompes à basse pression P 403 (0→10 bars, 2 disques à engrenages) puis envoyée dans la tour au travers d'une pompe haute pression (qui peut travailler entre 2 et 70 bars, la pression utilisée à Sour El Ghozlane étant de 40 bars). Ces divers éléments présentent des problèmes de garnitures et n'ont pas de pièces de rechange. Investissements à prévoir.

Enfin, les gaz de la tour d'atomisation sont lavés au travers de solutions contenant des matières actives. Il manque des moyens de pompage, ce qui peut être résolu par un investissement.

Problèmes (5) : C'est les problèmes de l'unité de fabrication U300 à savoir :

- Le dosage de la matière première se fait en manuel car la cellule de charge et l'automatisation du Dosex sont défectueux. Il y a donc nécessité d'investissements ;
- Le pH mètre ne fonctionne plus ;
- En ce qui concerne le circuit de neutralisation, la pompe a été utilisée dans l'atelier U400 d'où la nécessité d'un investissement, quelques vannes sont à changer et l'échangeur est à réviser ;
- Pour un atelier performant, il y a lieu d'investir dans des matériels de bon niveau pour les injections de parfums, de conservateur.

Problèmes (6, 7, 8) : Conditionnement des poudres, liquides et récurants.

Les chaînes de conditionnements sont fonctionnelles mais dépassées :

- Les remplisseuses n'assurent pas une grande vitesse mais surtout pas une bonne qualité (étuis pas droits et fuyards) ;
- Les doseurs sont volumétriques ce qui entraîne des corrections régulières de poids et donc de volumes ;
- Il n'y a pas de détection de présence de produits ni de contrôle de poids. Les investissements dans ces éléments sont indispensables dans l'optique ISO ;
- Les marquages de n°s de lots se font manuellement avec des dateurs de bureaux, ce qui paraît totalement dépassé. Des investissements paraissent nécessaires ;
- Il n'y a que deux fardeleuses pour les trois machines. Un investissement se révélera nécessaire dans l'optique d'un développement des ventes ;
- L'encartonnage se fait manuellement. Dans un esprit de productivité, il faudra mécaniser cette opération ;
- La palettisation se fait manuellement. Comme ci-dessus et dans un esprit de productivité, il faudra mécaniser cette opération.

Problèmes (9) : Vu les problèmes rencontrés dans les étapes précédentes, le contrôle des produits suivant la norme ISO rencontre plusieurs anomalies et des quantités importantes de produits sont refusées.

Problèmes (10) : Pénuries et surstocks des produits finis au niveau du stock central. Cela est dû à l'absence d'une gestion scientifique des ventes basée sur l'étude prévisionnelle.

VIII-4-3. Modélisation des différents aspects par CIMOSA

Nous allons traiter dans cette partie les niveaux expression des besoins et spécification de conception du cadre méthodologique pour les vues fonctionnelle, informationnelle, ressource et organisationnelle de Sidet.

Le cadre de modélisation de CIMOSA fournit un ensemble très riche de concepts de base dans son langage de modélisation, couvrant les quatre vues mentionnées ci-dessus.

a/ Vue fonctionnelle

La vue fonctionnelle décrit la marche de l'entreprise sous forme de fonctions. Partant des objectifs et des contraintes de l'entreprise, on a identifié tout d'abord les domaines concernés par la modélisation. Chaque domaine considéré est décomposé en processus et activités, et le comportement des différentes fonctions est détaillé.

- **L'identification des domaines**

Dans le cas de l'entreprise étudiée dans notre scénario, nous pouvons identifier cinq domaines CIMOSA :

- La gestion des stocks (matières premières, produits finis, pièces de rechanges) ;
- La production, gérant la fabrication des liquides, poudres et récurants ;
- La maintenance, chargée des réparations et de l'entretien ;
- Les ventes, chargés de la gestion des commandes ;
- Le contrôle, chargé du contrôle des matières premières et les produits finis.

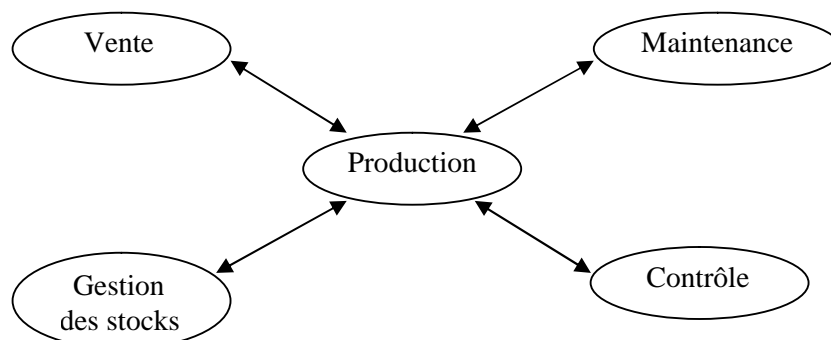


Schéma 49 : Identification des domaines

- **L'analyse structurelle**

Il s'agit de détailler les domaines CIMOSA. Pour cela, nous allons procéder à l'identification des Processus et Articles d'Entreprise intervenant dans le Processus Maître (Chapitre V, paragraphe V-4)

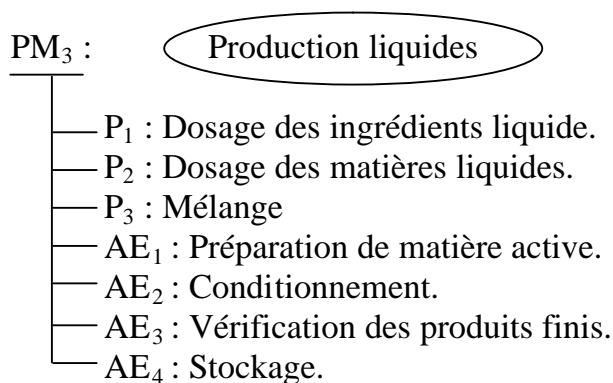
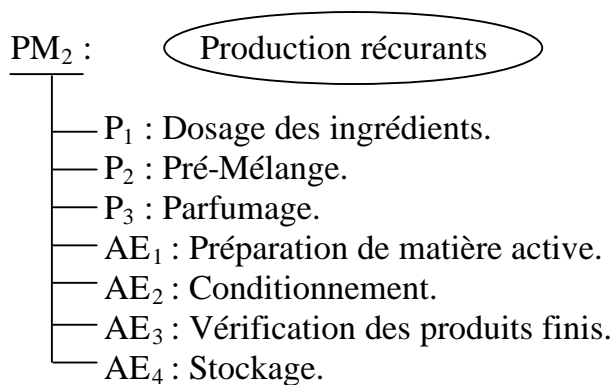
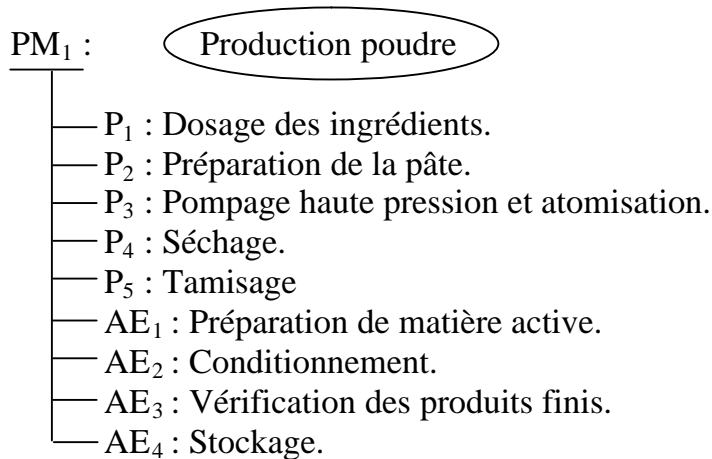


Schéma 50 : Décomposition fonctionnelle

- **L'analyse comportementale**

Dans cette étape, des règles de procédures sont utilisées afin de définir l'enchaînement des processus et activités cités ci-dessus. CIMOSA utilise le formalisme textuel « WHEN...DO ».

Pour le processus maître : « Production poudre PM₁ », on obtient les résultats suivants :

WHEN (début)	Do	(AE ₁ : préparation de la matière active)
WHEN (ES (AE ₁)) = OK	Do	(P ₁) & (P ₂)
WHEN (ES (P ₁) & (P ₂)) = OK	Do	(P ₃) & (P ₄) & (P ₅)
WHEN (ES (P ₃) & (P ₄) & (P ₅)) = OK	Do	(AE ₂ : conditionnement)
WHEN (ES (AE ₂)) = OK	Do	(AE ₃ : vérification des PF)
WHEN (ES (AE ₃)) = OK	Do	(AE ₄ : stockage)
WHEN (ES (AE ₄)) = OK	Do	(Fin)

Pour le processus maître : « Production liquide PM₂ et récurants » on obtient les résultats suivants :

WHEN (début)	Do	(AE ₁ : préparation de la matière active)
WHEN (ES (AE ₁)) = OK	Do	(P ₁) & (P ₂)
WHEN (ES (P ₁) & (P ₂)) = OK	Do	(P ₃)
WHEN (ES (P ₃)) = OK	Do	(AE ₂ : conditionnement)
WHEN (ES (AE ₂)) = OK	Do	(AE ₃ : vérification des PF)
WHEN (ES (AE ₃)) = OK	Do	(AE ₄ : stockage)
WHEN (ES (AE ₄)) = OK	Do	(Fin)

b/ Vue informationnelle

La vue informationnelle au niveau expression des besoins consiste en l'identification des vues d'objets employées dans les entrées et les sorties des différentes activités d'entreprise et les éléments d'information associés.

Exemple :

- Vue commande client (type de commande, quantité, adresse de livraison, date de livraison).
- Vue matière (type, quantité).

Ce modèle objet sera transformé en modèle entité-relation-attribut dans la vue informationnelle du niveau spécification de conception.

Au niveau spécification de conception, le modèle d'objet et de vues d'objets réalisé au niveau expression des besoins est transformé en entité-relation-attributs.

c/ Vue ressource

A ce niveau, on procède à la définition des aptitudes requises pour réaliser les activités d'entreprise identifiées. Dans le cas qui nous préoccupe, il s'agit de :

- Fournir la quantité de la matière ;
- Vérifier ;
- Expédier les produits.

Cette liste d'aptitudes sera utilisée dans la vue ressource au niveau spécification de conception pour identifier les ressources à employer.

Au niveau spécification de conception, les différentes ressources intervenant dans le système sont listées et qualifiées :

Exemple :

- Machines à commande numérique ;
- Tapis roulants ;
- Opérateurs ;
- Camions.

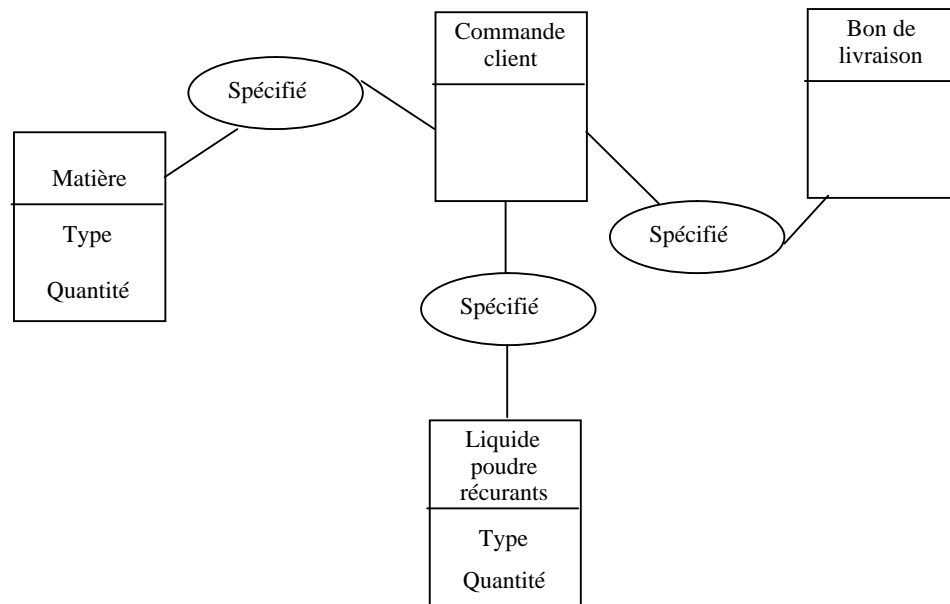


Schéma 51 : Modèle entité-relation-attributs.

d/ Vue organisationnelle

On définit dans cette phase les ressources humaines à mettre en place. La vue organisationnelle décrit les exigences en termes d'organisation telles qu'elles sont perçues par la direction générale. L'entreprise est décomposée en cellules, unités et niveaux de prise de décision. Aussi, elle définit les responsabilités d'administration et d'exécution des blocs de construction identifiés dans les autres vues.

VIII-5. Analyse des résultats et indicateurs principaux d'amélioration

Sur la base du diagnostic et des éléments que le modèle global a fait apparaître, il est évident que l'entreprise doit entreprendre un certain nombre d'actions afin de se mettre à niveau. Ceci devrait lui permettre d'atteindre un niveau de compétitivité proche de celui de ses concurrents. A partir de constats, et des objectifs stratégiques fixés au préalable, il est suggéré un ensemble de recommandations avec leur traduction sous forme d'un plan d'action à l'effet de permettre son alignement sur les normes internationales dans les différents domaines (production, productivité, qualité, compétitivité ...).

Ce plan fixe comme objectif stratégique l'amélioration en permanence de la qualité des produits fabriqués, la diversification de la gamme à d'autres produits, la maîtrise des outputs de production et l'engagement d'un programme de développement et de recherche appliquée.

La nouvelle organisation des activités du complexe ainsi que les points forts et les faiblesses décelées dans le diagnostic ont constitué les principaux éléments de réflexion dans l'élaboration de ce plan d'actions qui vient pour combler le retard technologique accumulé depuis une vingtaine d'années d'une part, et d'autre part, valoriser le potentiel existant.

Les actions, ainsi présentées, sont identifiées selon leur degré d'urgence, d'importance et de moyens financiers.

- **Organisation et ressources humaines**

- En période de forte réactivité, il n'est pas possible que l'entreprise continue avec un nombre aussi important de niveaux hiérarchiques (neuf) (voir organigramme), source de freins évidents dans de nombreux domaines.

Les entreprises, dans le monde, qui sont les plus performantes, sont celles qui ne possèdent que quatre voir même trois niveaux hiérarchiques. Pour sa réflexion de mise à niveau, Sidet devra tenir compte de cet aspect, afin d'obtenir une efficacité maximale.

- Sidet est aussi, pleinement consciente de posséder sur son site un sureffectif important. Elle doit se donner les moyens de « libérer » ce sureffectif tout en respectant scrupuleusement les textes, les partenaires sociaux et en prenant avis des personnes concernées.

Des solutions, par exemple le transfert, vers des sous-traitants, d'activités qui ne relèvent pas du « métier » intrinsèque de Sidet comme la cantine, les transports, le nettoyage, la rotogravure, la fabrication de flacons plastiques, la distribution ou l'essaiage de ces mêmes activités.

Toutes les solutions doivent être étudiées.

- En ce qui concerne la politique humaine et dans l'optique d'une mise à niveau qui va impliquer tous les salariés, il conviendra de mettre en place des fiches d'évaluation (et d'appréciation) sur le travail réalisé, pour toutes les catégories de personnel, parce qu'elles seront toutes impliquées et que leurs motivations se

trouveront augmentées par des appréciations encourageantes ou orientées vers l'amélioration.

- La politique de formation doit être revue pour adapter l'ensemble du personnel aux exigences nouvelles de la mise à niveau et ce dans tous les domaines.
Le plan de formation reprendra les formations de mises à niveaux proprement dites, les formations professionnelles et les formations de reconversion (le cas échéant).
- Le système d'information doit être totalement « refondu » avec :
 - Un fonctionnement en réseau, intégrant données et téléphonie ;
 - Un système intégré de gestion ;
 - Une utilisation généralisée des nouvelles technologies intranet et extranet pour la messagerie interne et externe et un site web ouvert aux clients et distributeurs ;
 - La formation de base à la bureautique et la formation technique aux nouvelles technologies ;
 - La vérification, la mise à jour et la régularisation éventuelle des licences des progiciels et logiciels installés ;
 - Le recrutement, probable (à moins de trouver la compétence sur place), d'un deuxième informaticien, de profil plus technique, en charge du réseau, de la bureautique et des communications en général.
- **Fonction marketing**

Les points forts relevés sont :

- Des formules de qualité ;
- Des domaines d'activité stratégiques (DAS) déjà définis ;
- Des marchés importants ;
- Un bon positionnement prix ;
- Un embryon de fonction marketing.

Sidet doit mettre en place, une structure marketing et commerciale résolument tournée vers une reconquête d'un marché devenu difficile. Mais, dès à présent, elle doit tout mettre en œuvre pour mieux connaître ses parts de marchés.

La reconquête passe aussi par une « veille technologique » intensive afin de proposer, avant ses concurrents, des produits innovants, c'est-à-dire « faire ce que les autres ne font pas, ne pas être suiveur ».

Le développement des marchés passe également, sans plus tarder, par des actions énergiques à l'exportation, en s'appuyant, en premier lieu, sur des leviers « politiques » (Irak, Libye, Cuba, ...) mais aussi par l'utilisation résolue des ouvertures offertes par les « places de marchés » sous Internet.

En ce qui concerne la fonction « transports vers les clients », les coûts sont tels que Sidet se doit de réfléchir à une externalisation urgente de fonction compte tenu des gains importants qu'elle pourrait en tirer (environ 5 DA par tonne kilométrique transportée, ce qui est considérable), plus la revente des matériels.

- **Fonction industrielle**

- Il y a urgence à ce que le site industriel investisse dans des matériels et des pièces essentiels à son bon fonctionnement et à l'obtention de produits de qualité essentiels pour une reconquête de marché.
- La maintenance industrielle, pour de multiples raisons, souvent indépendantes de la gestion intrinsèque des dirigeants actuels, apparaît inefficace. La première action est de revoir autant la finalité que le « management » de ce département et de redimensionner ses besoins en personnels pour un service « normal » et efficace. Les responsables recevront la formation nécessaire après un bilan de compétences approprié... Une GMAO (gestion de la maintenance assistée par ordinateur) pourra, alors, être envisagée.
- Les constats concernant le budget, le « reporting » et les prix de revient montrent que Sidet reste toujours dans une logique « productiviste ». Le budget, basé, certes, sur des prévisions de « ventes » et approuvé par le Conseil d'Administration, reste à la base de la programmation de la production, ce qui est normal sauf que :
 - Lissé par mois il ne tient pas compte des phénomènes, même peu sensibles, de saisonnalité ;
 - Il continue au fil des mois à faire apparaître des productions (ou des ventes « faussement » prévues) qui, à l'évidence, n'auront pas lieu ;
 - Il n'est pas révisé en cours d'exercice, sauf en cas de décalage ou de réduction de la période d'arrêt annuel.
- Les conditions actuelles de stockages, qui ne peuvent qu'occasionner des pertes et des détériorations de marchandises chèrement acquises, nécessitent des actions de rangement et de nettoyage immédiates.
- Il faut, par ailleurs, que l'entreprise définisse au plus vite ses objectifs en matière qualité ainsi que les coûts de la non qualité.
- La propreté du site nous est apparue totalement négligée et elle ne peut être, en aucun cas, l'affaire exclusive de huit agents aussi efficaces soient-ils, surtout pour un site aussi étendu. En ce qui concerne l'hygiène, une révision totale de l'organisation et des objectifs sont indispensables. Propreté et rangement sont l'affaire de tous.

- **Fonction finances et achats**

- Au niveau financier les chiffres sont préoccupants. L'actif net de la société ne fait que baisser durant les trois dernières années. Si le complexe constituait une société commerciale « normale », il serait en situation de faillite, suivant les dispositions du code de commerce. Le fond de roulement brut du complexe se dégrade d'une année à l'autre tout en restant positif. Cette position est, entre autre, le fait de détenir des dettes à long terme de la société mère qui doivent, normalement, être remboursées.

- Pour l'organisation des achats proprement dits, après une fonction indispensable des acheteurs, la fonction achat sera renforcée. La fonction approvisionnement doit rester de la responsabilité de la production.

L'objectif global est de réaliser :

- Une réduction rapide des stocks à deux mois de consommation soit un gain 400 MDA (mini). Compte tenu du loyer de l'argent de 8%/an. L'économie s'élèvera à environ 30 MDA par an.
- Une économie sur les achats de 10% étalée sur deux ans (150 MDA d'économies potentielles par an),
- Les volumes d'achats permettent aisément la fixation de tels objectifs.

- **L'exploitation :**

- Opérer des diagnostics détaillés et appropriés pour s'assurer de l'état précis des paramètres réels des installations à l'effet d'apporter les corrections nécessaires,
- Substituer, à moyen terme la « cascade » du Sx.3000 par un « RAF » de même capacité,
- Appliquer une maintenance préventive de 1^{er} niveau rigoureuse des « équipements »,
- Réduire les charges et les coûts d'exploitation à tous les stades de la production,
- Gérer rigoureusement les consommations des matières premières,
- Actualiser les procédures de gestion.

- **Le laboratoire :**

- Renforcer le laboratoire en moyens de contrôle et d'analyse,
- Renforcer les procédures de contrôle de la qualité de la matière première, des produits semi-finis et des produits finis,
- Introduire la certification des produits,
- Instaurer la relation avec les chercheurs et les universitaires,
- Se doter des équipements spécifiques et réactifs nécessaires,
- Se doter en documentation technique et scientifique,
- Spécialiser le personnel du service recherche et développement,
- Actualiser les procédures de gestion.

- **La formation technique :**

Opter pour une politique de formation à tous les niveaux qui prend réellement en charge les préoccupations des différentes fonctions techniques à l'effet de faire face, d'une part, à l'évolution technologique et, d'autre part, de palier aux sous qualifications.

Le tableau suivant résume les indicateurs principaux d'améliorations retenus :

Tableau 21 : INDICATEURS PRINCIPAUX D'AMELIORATIONS RETENUS

Indicateurs	Responsables	Critères actuels (s'il y en a) (base de départ)	Objectifs à atteindre	Echéances
1- Réduire les effectifs du complexe	DG et DRH	850 personnes	* 300 personnes par essaimage, grâce à la productivité, aux retraites anticipées, aux départs volontaires	Année 5
2- Définir un nouvel organigramme	DG et DRH	Neuf niveaux hiérarchiques	* Quatre niveaux hiérarchiques pour une meilleure communication interne	Année 1
3- Investir en matériels de fabrication et de conditionnement.	Production		* Respect des normes de qualité et gains de productivité d'au moins 10% par an.	Année 2/5
4- Implanter une GPAO	Production		* Respect d'une production basée sur des programmes de vente, * Programmation dans les délais * Réduction des consommations en énergie * Réductions des pertes	Année 2
5- Revoir l'organisation de la maintenance	Service maintenance		* Augmentation de la productivité du service	Année 2
6- Revoir la qualité des palettes	Maintenance et service qualité		* Amélioration de la qualité des produits	Année 1
7- Réduire les stocks de 60% sur quatre ans pour les amener à 1,5/2 mois de consommations	Appros et achats		* Les amener à 1,5/2 mois de consommation, soit une économie de 30 M DA /an, + un gain total de 300 M DA en fond de roulement pour les deux premières années (et baisse des frais financiers)	Fin année4
8- Réduire les coûts d'achats de 10% en deux ans	Achats		* Réalisation d'une économie de 150 MDA/an sur deux ans (et baisse des frais financiers)	Fin année2
9- Renforcer les contrôles réception (comptages et pesées)	production		* Réduction des litiges fournisseurs à 1% des livraisons * Meilleur échelonnement des réceptions avec des quantités + faibles d'où baisse des stocks et donc baisse des frais financiers	Année 2/3
10-Responsabiliser l'ensemble du complexe sur la propreté	L'ensemble du complexe		Renforcement de la qualité des produits	Immédiat
11- Externaliser la fonction « transports vers les clients »	Transports		* Gagner annuellement 200 MDA par tonne/ transportée + la revente des matériels roulants	Année 2 et suivantes

VIII-6. Conclusion

Sidet dispose d'un potentiel de production de détergents liquide et poudres, de produits techniques important qu'il y a lieu de valoriser et de le rendre compétitif au vu du nouveau contexte économique.

Lors de cette étude et tout au long des divers entretiens, que nous avons eu avec les différents acteurs, nous les avons sensibilisés pour la mise en place d'une « task-force » destinée à être un élément fort de proposition d'améliorations dans tous les domaines qui concernent la mise à niveau. Elle se situerait hors hiérarchie et elle devrait apporter des solutions à tous les chefs de départements. Cette idée a eu un écho favorable au près des responsables.

Conclusion Générale

La situation économique actuelle incite les entreprises à accélérer leurs processus internes de réponse aux perturbations pour se maintenir compétitives. Cette complexité est essentiellement due à l'évolution de l'environnement économique et à l'exigence du marché, ainsi qu'aux changements des techniques et des technologies des équipements. Elle est accentuée par la participation de nombreux acteurs d'origine pluridisciplinaire.

Afin de maîtriser ces facteurs de complexité, la modélisation des entreprises est devenue une préoccupation primordiale. Il s'agit d'une démarche d'analyse et de représentation de la succession des opérations accomplies en conduite, de façon à déterminer un référentiel pour le pilotage de l'entreprise.

C'est dans ce cadre que nous avons entrepris d'effectuer un état de l'art suffisamment large pour proposer une synthèse sur les techniques de modélisation et l'intégration de ces méthodes aux différents aspects de l'entreprise.

Après avoir introduit la modélisation en entreprise, pour en préciser l'intérêt, le champ d'application et les démarches de modélisation, nous avons présenté les différents types d'organisation existant à ce jour. Nous avons détaillé par la suite la notion de pilotage et ses différentes vues pour aboutir à la justification du centrage de notre étude sur les méthodes d'analyse.

Les techniques de modélisation sont diverses et variées. Un panorama des principales méthodes (SADT, IDEFx, AICOSCOP, ABC/ABM), méthodologies (GRAI, GIM, CIMOSA) et architecture de références (PERA, GERAM) ont été présentés, leurs points forts et leurs points faibles ont été mis en exergue. Partant de là, nous avons mené une étude comparative des différentes méthodes présentées.

Cette étude nous a conduit à faire les conclusions suivantes :

- Aucune de ses méthodes ne couvre la totalité des aspects dans le développement des systèmes économiques ;
- Selon le problème étudié, une méthode peut être plus adéquate qu'une autre ;
- L'application d'une méthode à un cas industriel est un travail de grande envergure dans le cas de perturbations dues à l'aléa du marché de l'environnement.

La modélisation en entreprise doit prendre en compte tous les aspects de l'entreprise, c'est pourquoi les techniques de modélisation des aspects fonctionnels, informationnels, ressources et organisationnels ont été présentées.

Les concepts de modélisation ayant été définis, nous avons abordé la dernière partie de notre travail, qui consiste en l'application de ces concepts à l'entreprise Sidet (filiale de l'Entreprise Nationale des détergents E.N.A.D), en vu de la mise à niveau du complexe.

Sur la base de l'étude comparative des méthodes, nous avons retenu la méthode CIMOSA. En effet, cette méthode est celle qui répond le mieux à nos préoccupations,

car elle permet de prendre en charge les différents aspects de l'entreprise. Cependant, ses limites quant à la prise en compte, des aléas du marché, nous ont conduit à proposer une nouvelle démarche complémentaire aux méthodes classiques qui s'articule sur l'élaboration d'un modèle global de Sidet. Ce modèle intègre les flux de décision et de matières en situation normale et perturbée. Ce travail a été précédé d'un diagnostic stratégique de Sidet, qui a été mené en collaboration avec les différents acteurs de l'entreprise, des questionnaires élaborés à cet effet. Il a permis d'identifier les points forts et les points faibles, ainsi que les opportunités et les menaces, éléments de base pour la modélisation.

L'objectif de cette étude a été double. En effet, nous avons souhaité introduire les notions de modélisation en entreprise mais aussi de les appliquer à un cas concret. Les propositions auxquelles nous sommes parvenus, ont eu un écho favorable auprès des responsables de Sidet.

Il serait notamment intéressant de définir un langage commun ou générique permettant aux modèles de communiquer. Cette fusion devrait permettre l'émergence d'un langage unifié (Unified Enterprise Modeling Language UEML), dont la couverture finale sera supérieure à celle assurée individuellement par chacun des langages actuels. A terme, UEML devrait conduire à assurer davantage la gestion fiable des perturbations à savoir l'incertitude du marché.

BIBLIOGRAPHIE

- [Abdmouleh A., 2004] : Abdmouleh A., "Composants pour la modélisation des processus et métiers en productique"
Thèse de Doctorat d'Université de METZ, 2004.
- [Aicoscop, 1991] : Aicoscop, « Aide à la conception de système de conduite de production – Projet AICOSCOP ».
Actes du 3^{ème} Congrès de Génie Industriel, Tours, 1991.
- [Amice, 1993] : Amice, « CIMOSA : open architecture for CIM ».
Springer Verlag, Berlin, 1993.
- [Ansoff I., 1989] : Ansoff I., « Stratégie de développement de l'entreprise.
Edition d'organisation, Paris, 1989.
- [Ayadi K., 1999] : Ayadi K., Cauvin A., Kieffer J.P., « Vers un concept fédérateur pour l'analyse de la conduite des systèmes de production »
Actes du 3^{ème} Congrès International de Génie Industriel, Montréal, Canada, 1999.
- [Baillet P., 1994] : Baillet P., « Contribution à l'amélioration de la réactivité dans les systèmes de production ».
Thèse de Doctorat d'Université d'Aix-Marseille III, 1994
- [Bancel F., 1997] : Bancel F., « La gouvernance des entreprises ».
Edition Economica, Paris, 1997.
- [Baptiste P., 1995] : Baptiste P., Gester M., « Vers une méthode d'analyse des systèmes de productions incluant l'analyse du système d'évaluation ».
Actes du 2^{ème} Congrès International de Génie Industriel, Montréal, Canada, 1995.
- [Berio G., 1999] : Berio G., Vernadat F., « New developments in enterprise modeling using CIMOSA ».
Revue (LGIPM) Université de Metz, France, 1999.
- [Bernus P., 1994] : Bernus P., Nemes L., « A Framework to define a Generic Enterprise Reference and Methodology ».
Proceedings of ICARV 94, pp 88-92, Singapore, 1994.
- [Boisvert H., 1994] : Boisvert H., « Le modèle ABC : du contrôle sanction au contrôle conseil ».
Revue française de comptabilité N°258, pp 46-60, 1994.
- [Bouazza M., 1995] : Bouazza M., « Le langage EXPRESS ».
Editions Hermes, Paris, 1995.
- [Brechet J.P., 1996] : Brechet J.P., « Gestion stratégique ».
Edition ESKA, Paris, 1996.
- [Brilman J., 1995] : Brilman J., « L'entreprise réinventée ».
Edition d'organisation, Paris, 1995.
- [Broustail J., 1993] : Broustail J., « Le management stratégique de l'innovation ».
Edition Dalloz, Paris, 1993.
- [Calvez J.P., 1990] : Calvez J.P., « Spécification et conception des systèmes ».
Edition Masson, Paris, 1990.
- [Chen D., 2002] : Chen D., Vallespir B., Doumeingts G., « Developing an Unified Enterprise Modeling Language (UEML) ».
Proceedings of the 3rd International Federation for Information Processing Working Conference, Sisembra, Portugal, 2002.
- [Daihani D.U., 1994] : Daihani D.U., « Définition de proposition méthodologique pour l'intégration des principales fonctions de décision dans un système de production ».
Thèse de Doctorat d'Université d'Aix-Marseille III, 1994.
- [Doumeingts G., 1996] : Doumeingts G., Ducq Y., « Production management »
Proceeding of Advances in Production Management Systems, APMS'96, KYOTO, JAPAN, 1996.
- [Doumeingts G., 2001] : Doumeingts G., « Modélisation de processus pour une évaluation par niveaux de détail successifs ».
3^{ème} Conférence Francophone de Modélisation et Simulation, MOSIM'01, Troyes, France, 2001

- [Ducq Y., 2001] : Ducq Y., Doumeingts G., « Conception, analyse et gestion des systèmes industriels ». 3^{ème} Conférence Francophone de Modélisation et Simulation, MOSIM'01, avril 2001, Troyes, France.
- [El Mhamedi A., 2001] : El Mhamedi A., « Contribution à la modélisation des performances des activités des systèmes de production ». Groupe de travail n°5 du groupement pour la recherche en productique, GRP, Ecole des Mines d'Albi-Carmaux, France, 2001.
- [El Mhamedi A., 2002] : El Mhamedi A., « La méthode ACNOS: modélisation d'entreprise ». Groupe de travail n°5 du groupement pour la recherche en productique, GRP, Ecole des Mines d'Albi-Carmaux, France, 2002.
- [Flory A., 1996] : Flory A., Laforest F., « Les bases de données relationnelles ». Edition Economica, Paris, 1996.
- [Hernandez J.O., 1995] : Hernandez J.O., « Les systèmes de production automatisés : une approche sociotechnique ». Thèse de Doctorat d'Université Franche Comté, Besançon, 1995.
- [ISO, 1992] : ISO, ISODIS, « The EXPRESS Language reference manuel ». International Organisation for Standardisation, 1992.
- [Lamouroux I., 1997] : Lamouroux I., « Etude des perturbations et des processus de réactions correspondants ». Mémoire de D.E.A, INSA Lyon, 1997.
- [Lemoigne J.L., 1974] : Lemoigne J.L., « Les systèmes de décision dans les organisations ». Edition PUP, Paris, 1974.
- [Levy-Leboyer C., 1996] : Levy-Leboyer C., « La gestion des compétences ». Editions d'Organisations, Paris, 1996.
- [Lorino P., 1991] : Lorino P., « Le contrôle de gestion stratégique ». Edition Dunod, Paris, 1991.
- [Lutherer E., 1996] : Lutherer E., « Méthodes et outils de modélisation pour la productique ». Thèse de Doctorat d'INSA Lyon, 1996.
- [Marcad D.A., 1988] : Marcad D.A., Mc Gowan C.L., « Structured analysis and design technique ». Mc Graw-Hill, USA, 1988.
- [Marchais-Roubelat A., 1995] : Marchais-Roubelat A., « Modélisation et complexité de la décision à l'action ». Revue française de gestion N°102, pp 102-108, 1995.
- [Marwick P., 1992] : Marwick P., Kaplan R., Cooper R., « Implementing activity-based cost management: Moving from analysis to action ». Maisel Consulting Group, 1992.
- [Mathews J., 1995] : Mathews J., « Organisationnal Innovation : Completing models of productive efficiency ». IOS Press, Human Systems Managements, pp 71-90, 1995.
- [Mayer R.J., 1992] : Mayer R.J., « Information integration for concurrent engineering, IDEF3 Process description capture method report ». College Station TEXAS, 1992.
- [Micolet J.L., 1990] : Micolet J.L., Carpino A., Wanner J., « La prévention des risques technologiques et humains ». Collection Nouvel Ordre Economique, Masson, 1990.
- [Mintzberg H., 1999] : Mintzberg H., « Le management voyage au centre des organisations ». Edition d'organisation, Paris, 1999.
- [Okongwu U., 1990] : Okongwu U., « Contribution à la formalisation du concept des systèmes industriels : Etude de cas pratiques ». Thèse de Doctorat, Institut Polytechnique de Lorraine, 1990.
- [Panetto H., 2001] : Panetto H., Mayer F., Lhoste P., « Unified Modeling Language for meta-modeling ». Proceedings of 10th Symp. On Information Control in Manufacturing (INCOM'01) Vienna, Austria, 2001.
- [Porter M., 1997] : Porter M., « Strategor ». Edition Dunod, Paris, 1997.

- [Pourcel C., 1994] : Pourcel C., « La méthode AICOSCOP, principe, démarche et pratique ».
Thèse de Doctorat ; Université François Rabelais, Tours, 1994.
- [Rumbaugh J., 1991] : Rumbaugh J., Blaha M., « Object-oriented Modeling and Design ».
Prentice-Hall, Englewood Cliffs, 1991.
- [Russo F., 1993] : Russo F., « Les attrapes de la décision ».
Inter-Editions, Paris, 1993.
- [Sidet, 2005] : Sidet, Document de presentation de Sidet, 2000.
- [Simon H.A., 1991] : Simon H.A., « Sciences des systèmes, sciences de l'artificiel ».
Edition Dunod, Paris, 1991.
- [Spinosa M., 1996] : Spinosa M., « Contribution à la modélisation d'entreprises manufacturières distribuées par une approche multi-agents ».
Thèse de Doctorat d'Université d'Aix-Marseille III, 1996.
- [Tham K.D., 1996] : Tham K.D., « PERA, Enterprise Modeling ».
Enterprise Integration Laboratory of Toronto, 1996.
- [Thibaut J.P., 1989] : Thibaut J.P., «Le diagnostic de l'entreprise», guide pratique.
SE DI FOR, Paris, 1989.
- [Vallespir B., 2002] : Vallespir B., « Modélisation d'entreprise : Méthode GRAI ».
Groupe de travail n°5, du groupement pour la recherche en productique, GRP, Ecole des Mines d'Albi-Carmaux, France, 2002.
- [Vallespir B., 2003] : Vallespir B., « L'intégration en modélisation d'entreprise : les chemins d'U.E.M.L Langage unifié de modélisation d'entreprise ».
4^{ème} Conférence Francophone de Modélisation et Simulation, MOSIM'03, Toulouse, France, 2003.
- [Vernadat F., 1999] : Vernadat F., « Techniques de modélisation en entreprise: Applications aux processus opérationnels ».
Edition Economica, Paris, 1999.
- [Vernadat F., 2001] : Vernadat F., « Towards a Unified Enterprise Modeling Language ».
Actes de la 3^{ème} Conférence Francophone de Modélisation et Simulation, MOSIM'01, Troyes, France, 2001.
- [Williams T.J., 1992] : Williams T.J., « The purdue enterprise reference architecture ».
Purdue Laboratory for applied Industrial control, West Lafayette, Indiana U.S.A, 1992.
- [Williams T.J., 1994] : Williams T.J., « Development of GERAM, a generic enterprise reference architecture and enterprise integration methodology ».
Edition Chapman et Hall, London, 1994.

ANNEXES

Questionnaires du diagnostic stratégique

Politique « produit » :

- En matière de produits, votre philosophie générale est-elle plutôt du type :
 - imitons les produits de la concurrence (suiveur),
 - poussons vos produits vers les clients (vendeur),
 - créons le besoin avec de nouveaux produits (innovateur) ?
- En ce qui concerne les produits existants :
 - vous les conservez tels quels,
 - vous cherchez à les améliorer systématiquement,
 - vous les modifiez et améliorez en fonction :
 - des demandes faites par vos vendeurs,
 - des observations faites par la clientèle,
 - du « stade de vie des produits »,
 - de l'action de la concurrence.
- Utilisez-vous les techniques d'analyse de la valeur pour améliorer vos produits ?
 - amélioration des fonctions d'usage,
 - amélioration des fonctions d'estime,
 - amélioration des fonctions techniques.
- Lorsqu'un produit arrive en phase de déclin, cherchez-vous plutôt :
 - à prolonger sa durée de vie (actions marketing),
 - à le laisser décliner,
 - à le supprimer,
 - à le supprimer et à le remplacer ?
- En matière de création de nouveaux produits. Pouvez vous décrire le processus, les étapes et les personnes ou services impliqués et leurs responsabilités (collaborateurs internes ou externes) ?
 - recherche d'idées,
 - définition du cahier des charges,
 - réalisation échantillons ou prototypes,
 - test de produit,
 - étude d'industrialisation,
 - calcul des coûts de revient,
 - décision finale de lancement.
- Quel a été le taux de réussite du lancement de vos nouveaux produits au cours de ces dernières années ?
- Vous paraît-il :
 - normal pour votre branche d'activité,
 - satisfaisant,
 - faible et, si oui, pourquoi ?
- Combien de projets de lancement de nouveaux produits avez-vous en préparation ?
- Quel est le délai de « gestation » d'un nouveau produit ?
- Constatez-vous une accélération du besoin de nouveaux produits ?
- Comment structurez-vous votre gamme de produits, sa largeur et sa profondeur ?
 - Pour la largeur, les différentes lignes de produits correspondent-elles aux différents circuits de distribution ou marchés ?
 - Pour la profondeur de chaque ligne, le nombre de produits ou de variantes correspond-il à chaque catégorie de clientèles ou besoin (performances et prix) ?
- Comment vous différenciez-vous de vos concurrents sur le plan « produit »
 - Au niveaux de la gamme,
 - Au niveaux des produits eux-même ?

Politique des prix :

- De qui dépend la responsabilité de la fixation des prix ?
- Comment sont fixés vos prix de vente et tarifs :
 - Des produits existants,
 - Des produits améliorés,
 - Des nouveaux produits ?
- Considérez-vous que vos prix de vente sont compétitifs eu égard au :
 - Niveaux de qualité /performances des produits,
 - Rapport qualité /prix des concurrents ?
- Utilisez-vous la variable « prix » comme argument :
 - Offensif (prix plus bas que la concurrence),
 - Défensif (alignement sur les prix de la concurrence) ?
- Pouvez-vous chiffrer l'incidence d'une hausse ou d'une baisse de vos prix de vente sur le volume de vos ventes ?
- Connaissez-vous le taux d'augmentation nécessaire de vos ventes pour compenser (sur le plan de la rentabilité) une réduction de prix de X % (variable selon la structure des marges) ?

- Utilisez-vous le raisonnement marginal pour fixer vos prix de vente :
 - Sur certains marchés (export par exemple),
 - Pour des opérations ou commandes ponctuelles ?
- Répercutiez-vous intégralement ou partiellement sur vos prix de vente :
 - Vos hausses de coûts (matières, main d'œuvre),
 - Vos baisses de coûts de revient et gains de productivité ?
- Considérez-vous que la variable « prix » est un facteur :
 - Déterminant à lui seul et primordial,
 - Important et lié au produit (rapport qualité / prix)
 - Secondaire ?
- Pensez-vous disposer d'une réelle autonomie en matière de fixation des prix et de possibilités de « jeu stratégique » sur cette variable du mix ?
 - Autonomie totale de décision sur le prix,
 - Grande liberté associée à la politique produit,
 - Marge de manœuvre réduite (acceptabilité clients),
 - Contrainte de prix (concurrence),
 - Blocage complet (législation).

Politique de vente (force de vente) :

- Quel type de vendeurs l'entreprise utilise – t-elle et pourquoi ?
 - Agent multiscartes,
 - Représentants exclusifs,
 - Vendeurs salariés.
- Comment est organisée cette force de vente ?
 - Par secteurs géographiques (voir carte des secteurs) ; comment a été réalisé ce découpage ?
 - Par ligne de produits ou activité,
 - Par circuits de distribution,
 - Par catégories de clientèles (lesquelles),
 - Par structure combinée (produit / secteur).
- Comment est recrutée cette force de vente et quel profil a-t-elle ?
 - S'agit-il de « commerciaux » que l'on forme à la technique et aux produits ?
 - S'agit-il au contraire de techniciens que l'on forme aux techniques de vente ?
 - S'agit-il de « vrais technico-commerciaux » ayant une réelle double formation d'origine ?
- Comment est formée initialement, puis perfectionnée, la force de vente ?
 - Stage en usine,
 - « sur le tas » avec un vendeur chevronné,
 - Par le chef des ventes,
 - En stages de formation spécialisés.
- Sur quoi portent les formations des vendeurs ?
 - Technique de vente,
 - Technique des produits,
 - Comportement, travail personnel, organisation,
 - Rôle interface clients / usine.
- Comment est animée et encadrée la force de vente ?
 - Fixation d'objectifs,
 - Réunions VRP / usine,
 - Visites direction dans les secteurs,
 - Concours /challenge de vendeurs.
- Comment est rémunérée la force de vente ?
 - Fixe seul,
 - Commission sur C.A , exclusivement,
 - Fixe + commission sur C.A. ,
 - Fixe + commission sur C.A. + primes sur objectifs.
- Pouvez-vous préciser le salaire moyen ;
 - D'un vendeur débutant,
 - D'un bon vendeur,
 - Du meilleur vendeur.
- Quelle est votre politique de remboursement de frais d'indemnisation de vos vendeurs ?
 - Remboursement aux frais réels,
 - Frais réels plafonnés (hôtel, restaurant, voiture),
 - Forfait mensuel fixe.
- Comment est contrôlée la force de vente ?
 - Uniquement sur résultats (commandes clients),
 - Sur activité et résultats (rapports + commandes).
- Quel est le niveau de prise en considération de la force de vente par direction ,

- Des collaborateurs comme les autres,
- Une catégorie à part qui doit être étroitement encadrée et contrôlée,
- Le fer de lance de l'entreprise (vision commando),
- Les ambassadeurs de l'entreprise auprès des clients.
- Quel est le degré d'écoute des vendeurs par les responsables opérationnels et la direction ?
 - Nul (car ils ne sont jamais contents et toujours en train de se plaindre des prix, des délais, de la qualité),
 - Mitigé (car ils en « rajoutent » toujours sur les difficultés que leur pose l'usine et sur leurs propres qualités de vendeur)
 - Intéressé (car, au-delà de certaines exagération verbales, ils connaissent le marché, les clients et fournissent des informations intéressantes),
 - Important (car, outre les informations essentielles qu'ils peuvent fournir, si on les a formés à cela, ils constituent aussi une source d'idées et de crédibilité)

Politique de distribution :

- Pouvez-vous préciser les grandes lignes de votre politique de distribution ?
- Quelles en sont les raisons essentielles ?
 - type de clients,
 - type de produits,
 - habitudes ou obligations,
 - capacités et possibilités de l'entreprise ?
- Ce choix et ces formes de distribution sont-elles définitives ou envisagez-vous de les faire évoluer en avenir ?
 - si oui, comment ?
 - quels avantages en retiriez-vous ?
 - quels en sont les risques et les inconvénients ?
- Estimez-vous être en situation de :
 - dépendance totale de votre distribution,
 - coopération sur la base du respect des intérêts réciproques,
 - maîtrise totale de votre distribution.

Politique de promotion et de communication :

- Pouvez-vous définir les grands axes de votre politique de promotion / communication ?
- Vos objectifs de communication ont-ils été définis distinctement pour :
 - La publicité générale (notoriété de la marque) ?
 - La publicité des produits ?
- Pour ces dernières, le message a-t-il été formulé à partir de l'argument concurrentiel privilégié par votre politique « produit » (innovation, qualité, service ou prix) ?
- Le dosage des efforts publicitaires pour chaque produit ou catégorie de produits tient-il compte :
 - De vos objectifs prioritaires de vente ?
 - De l'action de la concurrence ?
 - De vos ventes passées ?
 - Du stade de vie des produits ?
 - Des souhaits de vos vendeurs / distributeurs ?
- Qui conçoit et réalise vos campagnes publicitaires (messages, choix des supports, réalisation) :
 - un service interne ?
 - une agence externe de publicité ?
 - plusieurs agences, selon le cas ?
- Pouvez-vous chiffrer votre politique de promotion / communication / publicité des dernières années ?
 Quel pourcentage du chiffre d'affaires représente votre budget promotion / communication / publicité ?
 Ce taux est-il :
 - Comparable à celui de vos concurrents ?
 - Plus fort ?
 - Plus faible ?

ANALYSE DE L'ENVIRONNEMENT COMMERCIAL :

Le niveau « clients » (actuels et potentiels)

- Quel est l'état du marché (des marchés) et sa tendance d'évaluation (lancement, croissance, maturité, déclin) ?
- Comment évoluent les besoins des clients (goût, motivations, habitudes d'utilisation) ?
- Comment se hiérarchisent leurs critères de choix ?
- Comment évoluent leurs habitudes d'achat ?
- Comment évolue leur pouvoir d'achat ?
- Le nombre de clients est-il concentré (quelques gros clients) ou très élevé ?
- Quel est le rapport de force avec les clients :

- Favorable aux clients ?
- Favorable à l'entreprise ?
- Peut-on développer des relations de partenariat et de collaboration constructive avec les clients (par exemple, amélioration de la qualité, création de nouveaux produits) ?

Le niveau des concurrents

- Le marché est – il de type :
 - Quasi –monopolistique ?
 - Oligopole ?
 - Concurrentiel ?
- L'intensité de la concurrence est-elle :
 - Faible ?
 - Moyenne ?
 - Forte ?
- Y a-t-il des menaces d'entrée de nouveaux concurrents ?
- L'action des principaux concurrents porte - elle surtout sur :
 - L'innovation, la créativité, la qualité des produits ?
 - Les prix ?
 - Le service ?

Le cadre général et réglementaire

- Y a-t-il une législation / réglementation qui :
 - Favorise la vente des produits ?
 - Constitue une limitation ou une contrainte ?
 - N'a pas d'influence ?
- Les prix des produits sont-ils :
 - Réglementés ?
 - Fixés par l'administration ?
 - Libres sous contrôle ?
 - Libres sans restriction ?
- Y a-t-il des organismes ou associations de consommateurs qui interviennent à propos de la commercialisation et du contrôle des produits ?
- La fiscalité indirecte (TVA) est – elle favorable ou discriminatoire sur les produits ?
- Y a-t-il d'autres impôts et taxes spécifiques ?
- L'évolution socio-culturelle et des modes de vie a – t- elle une influence sur les ventes :
 - A court terme ?
 - A moyen terme ?
- L'évolution technologique constitue t- elle :
 - Une menace (disparition des produits) ?
 - Des opportunités de développement ?

ETUDE DE LA POLITIQUE D'APPROVISIONNEMENT :

1. Connaissance / prospection des marchés :

- Considérez – vous que pour votre entreprise la connaissance des marchés, des matières de fournitures, de la technologie, est un facteur :
 - Vital et stratégique ?
 - Important, mais non déterminant ?
 - Secondaire ?
- Pouvez-vous en donner les raisons, en particulier les relations entre les performances :
 - Commerciales ;
 - Techniques ;
 - Financières.
 et les matières et produits utilisés ?
- Pouvez-vous que le parallèle entre le directeur commercial et le directeur des approvisionnements, qui doivent respectivement bien connaître :
 - Les marchés de vente et les clients ;
 - Les marchés d'approvisionnements et les fournisseurs est plutôt :
 - Vrai pour votre entreprise ?
 - Un peu similaire ?
 - Pas du tout comparable ?
- Comment procédez-vous pour vous informer en permanence :
 - Presse professionnelle ?
 - Entretiens avec vendeurs.

- Foires – expositions ?
- Visites aux fournisseurs ?
- Les informations que vous recherchez concernent-elles aussi les stratégies d'approvisionnement de vos concurrents ?
- Etes-vous en contact ou en relation avec des centres de recherche laboratoires, universités travaillant sur de nouveaux produits, matières ou technologies ?

2. Politique d'achat et de produit :

Les différentes catégories de matières, produits, fournitures et services utilisés présentent, pour chacun d'entre eux, une importance relative en fonction :

- De leur part dans le prix de revient ;
- De leur aspect direct ou indirect (incorporation), par rapport aux produits fabriqués par l'entreprise ;
- De leur impact sur les fonctions du produit lui-même (fonction d'usage, fonction d'estime, fonction technique) ;
- Avez-vous classé les différentes catégories de matières et fournitures selon ces critères (ou d'autres à préciser) ?
 - * Fournitures banales et de faible importance.
 - ** Fourniture banales, mais dont le chiffre d'achat représente des coûts et volumes importants.
 - *** Matières et pièces secondaires mais indispensables.
 - **** Matières et pièces jouant un rôle important dans la fabrication du produit.
 - ***** Matières et pièces représentant un enjeu stratégique et essentiel dans le produit (pour des questions de prix ou des aspects techniques).

• Comment détermine t-on (pour les produits matières importants) le ou les critères déterminants et leur hiérarchisation pour l'achat:

- Qualité?
- Prix?
- Régularité (livraison)?
- Service?

• A ce niveau (critères de choix des produits achetés), les différents services concernés peuvent avoir des motivations différentes selon leur logique propre et en fonction de la nature des objectifs qu'ils visent (qualité pour le commercial, régularité pour la production *, prix pour la finance): quel rôle joue le service Approvisionnements et comment sont effectués les arbitrages:

- Par discussion et compromis?
- Par décision unilatérale d'une direction leader (si oui, laquelle)?
- Par décision "in fine" de la direction générale?
- Avez-vous classé vos fournisseurs (actuels ou potentiels) en plusieurs "catégories" ? si oui, sur la base de quels critères:
 - Ceux des produits que vous utilisez?
 - Ceux qui sont intrinsèques aux fournisseurs?
- Cherchez-vous en matière de fournisseurs à:
 - Diversifier plutôt vos sources d'approvisionnements?
 - Vous assurer de l'exclusivité de certains?
- Comment négociez-vous la qualité des produits:
 - En prenant comme base les produits du fournisseur?
 - En imposant vos propres spécifications?
- La définition des caractéristiques techniques des matières et produits (cahier des charges) vous amène t-elle jusqu'à la spécification:
 - De matières de base à utiliser par le fournisseur?
 - Des procédés de fabrication et de contrôle ?
- Cherche t-on en permanence, en collaboration avec les fournisseurs, à apporter des améliorations aux matières et produits achetés?
- Comment négociez – vous les prix des produits achetés:
 - Sur la base des tarifs fournisseurs?
 - Sur la base des prix de la concurrence?
 - Sur la base de vos propres objectifs de coûts de revient?
 - En fonction des coûts réels d'achat (prix d'achat X rendement matière)?
- En matière de choix des fournisseurs avez-vous (en cas de pluralité des possibilités) établi une grille des principaux critères de décision et cette grille est-elle semblable à celle présentée page suivante?
- Avez-vous procédé à des études statistiques pour déterminer les différentes catégories de stocks selon les critères économiques?
 - valeur annuelle de consommation de référence,
 - consommation annuelle en nombre d'unités par référence,
 - rotation des stocks par référence,
 - valeur du stock par référence.
- Avez-vous procédé à des calculs économiques pour déterminer, pour les principaux produits achetés, soit:
 - La quantité économique à commander?
 - La périodicité économique de commande?
- Quel(s) système(s) de réapprovisionnement utilisez-vous?

- Si vous en utilisez plusieurs (réapprovisionnement périodique et système à point de commande) pouvez –vous préciser pour quels types de produits et pourquoi?
 - nombre d'articles gérés selon le système point de commande,
 - nombre d'articles commandés périodiquement.

Etude de la politique industrielle:

• Votre entreprise est-elle dans un ou plusieurs secteurs d'activité se caractérisant par:

- des efforts de recherche/développement très importants?
- des efforts de recherche/développement moyens?
- des efforts de recherche/développement faibles?

Le travail de recherche/développement porte-t-il sur:

- L'amélioration de produits existants?
- La création de nouveaux produits?
- L'amélioration des procédés de fabrication?
- La mise au point de nouvelles technologies?
- Tous ces aspects ensemble?

- Comment est-t-il organisé votre travail recherche/développement?
 - Un service interne spécialisé recherche/développement?
 - La direction technique?
 - Conseil ou laboratoires externes?
- Selon la nature des tâches et projets dans ce domaine, combinez-vous différentes formes d'intervention?
- Pouvez vous quantifier cet effort au cours des trois dernières années?
 - nombre de nouveaux produits mis au point;
 - sommes dépensées en frais de recherche/développement;
 - en pourcentage du chiffre d'affaire H.T.
- Quels sont vos projets à court et moyen terme?
 - Objectifs de nouveaux produits;
 - Budgets de recherche/développement.
- Cet effort vous paraît-t-il suffisant par rapport:
 - A vos objectifs commerciaux?
 - A ce qui est réalisé par vos concurrents?
- Quelle est votre conception de la qualité:
 - Une contrainte supplémentaire (un coût)?
 - Une obligation normale?
 - Une véritable chance pour l'entreprise?
- Fonction de ce qui précède, comment concevez-vous votre action dans ce domaine:
 - En déléguant cette responsabilité à un service spécialisé de contrôle qualité?
 - En insufflant l'esprit qualité à tous les niveaux et à tous les stades de la fabrication depuis la conception du produit jusqu' sa livraison?
- Existe-t-il des cercles de qualité dans votre entreprise; si "oui", combien, et depuis quand?
- Quelles ont été leurs principales activités et propositions?
- Quelle forme d'appui leur avez-vous apporté?
- A quel types de problème (résistance au changement par exemple) pensez-vous qu'ils se soient heurtés?
- Que pensez-vous des concepts ZERO DEFAULT et QUALITE TOTALE? Sont-ils applicables dans votre entreprise?
- Connaissez-vous le coût de la non qualité (déchets, rebuts, retours clients, réclamations et mise en jeu des garanties)?
- Avez-vous un plan et des objectifs à court et moyen terme, pour améliorer la qualité?
 - quelles sont les principales actions envisagées?
 - Quel budget y consacrez-vous?
- Indépendamment des actions au niveau qualité des produits, qu'avez-vous réalisé pour améliorer la qualité de fonctionnement des services et ateliers?
- Pensez-vous qu'il y ait une relation directe entre qualité des produits et:
 - Compétence du personnel?
 - Conscience professionnelle?
- Si oui, quelles actions particulières avez-vous réalisées à ce niveau (formation, promotion, sensibilisation)?
- Le plan industriel, les programmes d'action ont-ils été traduits sous formes de budgets distincts?
 - Budget recherche/développement
 - Budget méthodes et études
 - Budget d'investissement
 - Budget de coûts de production
- En ce qui concerne les budgets de coûts de production, ceux-ci font-ils ressortir distinctement:
 - Les coûts variables d'activité?
 - Les charges fixes ou indirectes?
- Dans le cas ou cette distinction existe dans les méthodes budgétaires utilisées, comment sont élaborés les budgets de coûts d'activité:
 - Nomenclatures pour les standards matières?
 - Gammes opératoires pour les standards de temps?

- Comment sont établis les budgets de charges fixes ou indirectes:
 - Globalement?
 - Par services ou ateliers?
- Comment procède-t-on pour chiffrer ces charges fixes ou indirectes?
 - Extrapolation des chiffres au passé
 - En fonction des moyens nécessaires et des programmes prévus
- Les réalisations budgétaires sont-elles régulièrement analysées et comparées aux prévisions (mois par mois)?
- Les causes des principaux écarts sont-elles analysées selon la technique:
 - Ecart sur quantité?
 - Ecart sur prix?
- Exploite-t-on ces analyses pour réduire ou supprimer les causes des écarts?
- Réajuste-t-on les budgets (technique des budgets glissants) en fonction des réalisations passées?

Le marché de la technologie (1^{er} niveau)

- **Exigences techniques et évolution des besoins des consommateurs**
 - constatez-vous une évolution particulière à ce niveau depuis ces dernières années (qualité supérieure, fiabilité, service après vente)?
 - Ces nouvelles exigences remettent-elles en cause vos procédés et méthodes de fabrication (à court terme et à moyen terme)?
- **Matériels et constructeurs**
 - Vos investissements sont en partie conditionnés par les matériels que vous trouvez sur le marché: constatez-vous une évolution à ce niveau:
 - Meilleures performances techniques?
 - Hausse/baisse des prix des matériels?
 - vos fournisseurs se rapprochent-ils d'avantage de vous pour répondre correctement à vos préoccupations techniques et commerciales?
- **Nouveaux procédés de fabrication**
 - A votre connaissance de nouveaux procédés de fabrication ou des modifications importantes ont-ils été mis au point récemment? Si oui, lesquels?
 - Ces nouveaux procédés sont-ils protégés (brevets)?
 - Quels avantages particuliers apportent-ils?
 - Pouvez-vous y accéder et quel prix?

L'univers concurrentiel

- **Laboratoires, centres de recherche et rénovation**
 - Existe-t-il des centres spécialisés dans votre branche d'activité?
 - Si oui, quels sont-ils et quel peut être leur apport pour votre entreprise?
 - Avez-vous déjà traité avec eux et sous quelle forme (contrat de recherche)?
 - Quels sont les résultats mesurables de cette collaboration?
- **Stratégies industrielles et technologiques de vos concurrents**
 - Connaissez-vous les principales orientations de vos concurrents dans ce domaine?
 - Mènent-ils des stratégies fondées sur:
 - L'amélioration de la productivité (réduction des coûts)?
 - L'augmentation de leur potentiel (volume)?
 - L'avance technologique (nouveaux procédés)?
 - Le désinvestissement ou la délocalisation des unités industrielles?
- **Technologies de substitution**
 - Y a-t-il des technologies de substitution à vos propres procédés de fabrication?
 - Si oui, quels sont leurs avantages et leurs inconvénients:
 - Meilleure qualité des produits fabriqués?
 - Moindre coût?
 - Coût des investissements?
 - Qualifications professionnelles?

Cadre général et réglementaire

- **Réglementation technique**
- Votre branche d'activité fait-elle l'objet d'une réglementation technique particulière?
- Si oui, quelles sont ses contraintes particulières:
 - Condition d'exploitation (pollution)?
 - Matériels "sensibles"?
 - Emploi de certaines matières réglementaires?
- **Aides de l'état de recherche et à l'innovation**
- Quelles sont les aides de l'état dans ce domaine pour votre branche d'activité?
- En avez-vous éventuellement déjà bénéficié ou avez-vous l'intention de présenter prochainement un dossier?
- Votre secteur d'activité est-il considéré à l'échelon national comme un secteur "stratégique" bénéficiant d'une attention particulière de l'état?

- **Politique de l'état en matière d'incitation à l'investissement productif**

- De quelles dispositions favorisant l'investissement pouvez-vous bénéficier sur le plan financier:
 - subventions d'équipement?
 - Bonifications de taux d'intérêt?

Politiques et stratégies

- Pouvez-vous définir les grandes lignes de la politique générale de l'entreprise et la manière dont sont hiérarchisés vos objectifs?
 - rentabilité,
 - structure financière et indépendance,
 - position sur le marché et taux d'expansion ,
 - avance technologique,
 - niveau de l'emploi,
 - sécurité, maintien à l'identique.
- ces choix résultent-ils bien d'un consensus sans équivoque entre les actionnaires et la direction générale?
- En fonction de ces choix d'objectifs, pouvez-vous définir de manière synthétique les grandes orientations de:
 - votre politique de recherche/développement
 - votre politique commerciale
 - votre politique d'investissement
 - votre politique financière
 - votre politique sociale?
- Pouvez-vous préciser quels sont les principaux problèmes de votre branche professionnelle ou de vos principales matières?
 - Ralentissement de la demande,
 - Modification de goûts des clients,
 - Mutations technologiques,
 - Renchérissement des matières premières,
 - Concurrence des pays à faibles salaires.
- A votre avis, votre entreprise est-elle bien armée pour y faire face, ou quels sont les problèmes qui vont se poser, à court et moyen terme?
- Vos résultats actuels vous semblent-ils satisfaisants?
 - Par rapport à vos objectifs,
 - Par rapport à la conjoncture,
 - Par rapport à ceux de la concurrence.
- En particulier, vos performances:
 - Commerciales,
 - Techniques,
 - Sociales,
 - Financières.

Correspondent –elles à ce que vous attendiez compte tenu des efforts engagés?

- D'où proviennent, selon vous les dysfonctionnements actuels (éventuellement)?
- Avez-vous identifié vos points faibles et quels sont-ils?
- Quels sont vos points forts?
 - Avance technologique,
 - Qualité des produits,
 - Compétences humaines,
 - Organisation et méthodes de gestion,
 - Ressources financières,
 - Cohésion et mobilisation du personnel.
- Ces points forts vous paraissent ils suffisants pour conserver un avantage concurrentiel durable?
- Pouvez- vous expliciter quelles sont les grandes orientations stratégiques? (stratégie d'ensemble)?. Par orientations stratégiques, l'on entend les métiers et activités par lesquels vous allez vous développer simplement vous maintenir, ou dont vous allez vous retirer.
- Pouvez-vous justifier et expliquer ces choix?
 - en liaison avec l'évolution des marchés,
 - en raison de l'action de la concurrence,
 - compte tenu des moyens dont vous disposez.
- Pour chacun de vos grands domaines d'activité stratégique, pouvez- vous préciser le (les) type (s) de stratégie mis en œuvre ou envisagés?
 - Innovation,
 - Différenciation,
 - Domination par les coûts,
 - Autres.
- Quels résultats en attendez-vous?